

DT

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-242793

(43)公開日 平成5年(1993)9月21日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 1/30	B	9172-5E		
29/87		9057-5E		
31/12	B	8326-5E		
31/20	G	8326-5E		
63/06		9057-5E		

審査請求 未請求 請求項の数39(全 22 頁)

(21)出願番号 特願平4-268714

(22)出願日 平成4年(1992)10月7日

(31)優先権主張番号 特願平3-260361

(32)優先日 平3(1991)10月8日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 野村 一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャ
ン株式会社内

(72)発明者 坂野 嘉和

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャ
ン株式会社内

(72)発明者 上野 理恵

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャ
ン株式会社内

(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

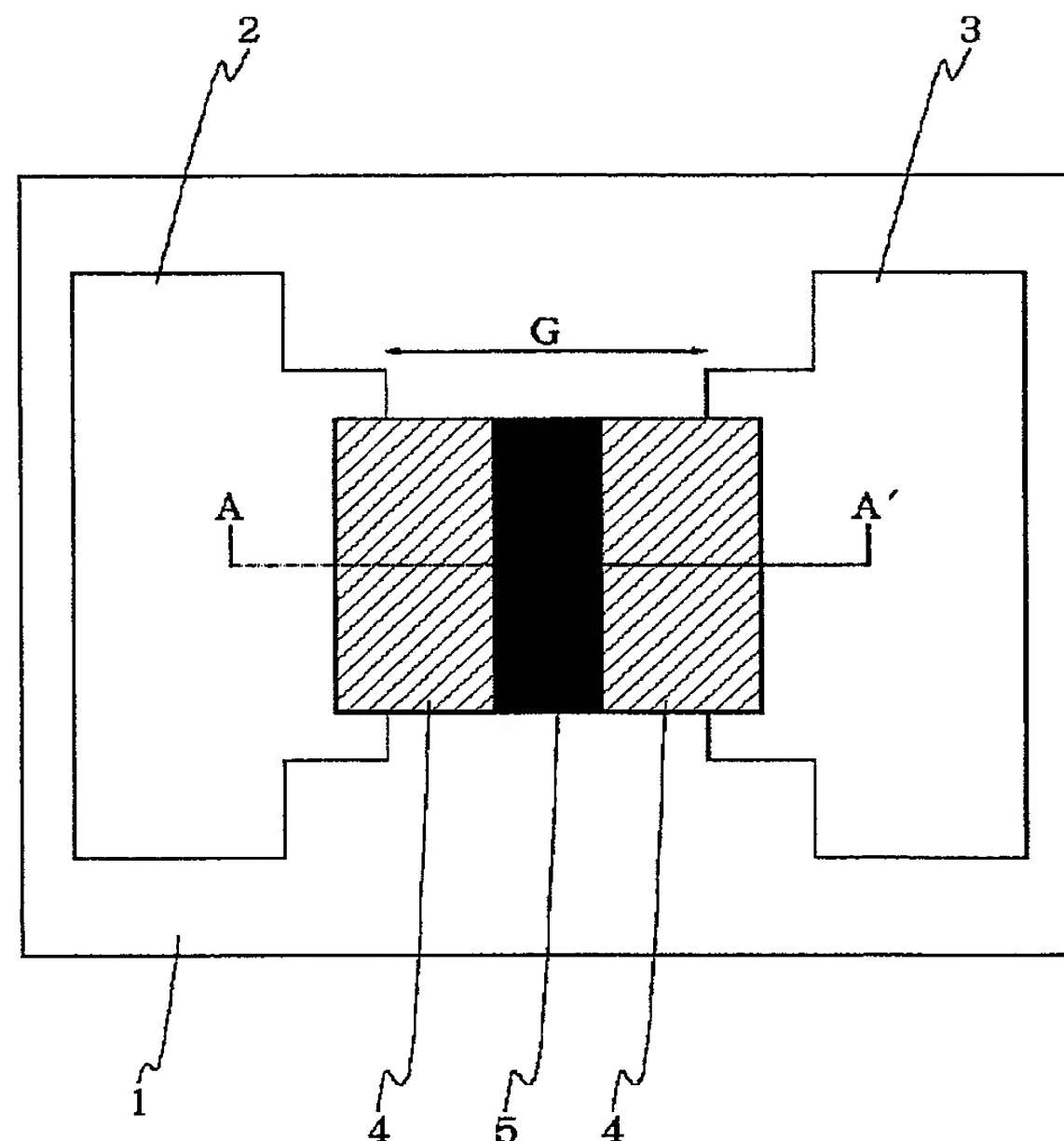
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子放出素子と該素子を用いた電子線発生装置及び画像形成装置

(57)【要約】

【目的】 無効電流の極めて少ない電子放出素子、電子線発生装置及び画像形成装置を提供すること。

【構成】 基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散されており、該微粒子の該電子放出領域内における面積占有率が20%～75%の範囲内にあること、または該微粒子間隔が5オングストローム～100オングストロームの範囲内にあり、且つ、該微粒子の平均粒径が5オングストローム～1000オングストロームの範囲内にあることを特徴とする電子放出素子、及び該電子放出素子を用いた電子線発生装置並びに画像形成装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散配置されており、該微粒子の該電子放出領域内における面積占有率が 20 % ~ 75 % の範囲内にあることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2】 該面積占有率が 35 % ~ 60 % の範囲内にある請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 3】 該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 300 オングストロームの範囲にある請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 4】 該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 80 オングストロームの範囲にある請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 5】 素子に流れる無効電流が 2 % 以下である請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 6】 素子に流れる無効電流が 1 % 以下である請求項 1 に記載の電子放出素子。

【請求項 7】 基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散配置されており、該微粒子間隔が 5 オングストローム ~ 100 オングストロームの範囲内にあり、且つ該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 1000 オングストロームの範囲内にあることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 8】 該微粒子間隔が 5 オングストローム ~ 50 オングストロームの範囲内にある請求項 7 に記載の電子放出素子。

【請求項 9】 該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 300 オングストロームの範囲にある請求項 7 に記載の電子放出素子。

【請求項 10】 該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 80 オングストロームの範囲にある請求項 7 に記載の電子放出素子。

【請求項 11】 素子に流れる無効電流が 2 % 以下である請求項 7 に記載の電子放出素子。

【請求項 12】 素子に流れる無効電流が 1 % 以下である請求項 7 に記載の電子放出素子。

【請求項 13】 基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散配置されており、該微粒子の該電子放出領域内における面積占有率が 20 % ~ 75 % の範囲内にあり、該微粒子間隔が 5 オングストローム ~ 100 オングストロームの範囲内にあり、且つ該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 1000 オングストロームの範囲内にあることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 14】 該面積占有率が 35 % ~ 60 % の範囲内にある請求項 13 に記載の電子放出素子。

【請求項 15】 該微粒子間隔が 5 オングストローム ~ 50 オングストロームの範囲内にある請求項 13 に記載の電子放出素子。

【請求項 16】 該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 300 オングストロームの範囲にある請求項 13 に記載の電子放出素子。

【請求項 17】 該微粒子の平均粒径が 5 オングストローム ~ 80 オングストロームの範囲にある請求項 13 に記載の電子放出素子。

【請求項 18】 素子に流れる無効電流が 2 % 以下である請求項 13 に記載の電子放出素子。

【請求項 19】 素子に流れる無効電流が 1 % 以下である請求項 13 に記載の電子放出素子。

【請求項 20】 基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域内の電圧印加長が 5 オングストローム ~ 300 オングストロームの範囲内にあることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 21】 前記電圧印加長が 5 オングストローム ~ 50 オングストロームの範囲内である請求項 20 に記載の電子放出素子。

【請求項 22】 素子に流れる無効電流が 2 % 以下である請求項 20 に記載の電子放出素子。

【請求項 23】 素子に流れる無効電流が 1 % 以下である請求項 20 に記載の電子放出素子。

【請求項 24】 基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域内の電界強度が 10^7 V/cm 以上であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 25】 素子に流れる無効電流が 2 % 以下である請求項 24 に記載の電子放出素子。

【請求項 26】 素子に流れる無効電流が 1 % 以下である請求項 24 に記載の電子放出素子。

【請求項 27】 請求項 1 ~ 26 のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段とを有する電子線発生装置。

【請求項 28】 請求項 1 ~ 26 のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子と同一基体面上に配置され該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する為の変調電極とを有する電子線発生装置。

【請求項 29】 請求項 1 ~ 26 のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子に絶縁層を介して積層され該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する為の変調電極とを有する電子線発生装置。

【請求項 30】 請求項 1 ~ 26 のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、XYマトリックス状に配置されしかも該電子放出素子の電子放出部に接続された走査電極と情報信号電極とを有し該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する為の変調手段とを有する電子線発生装置。

【請求項 31】 請求項 1 ~ 26 のいずれかに記載の電

電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置。

【請求項32】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子と同一基体面上に配置され該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する為の変調電極と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置。

【請求項33】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子に絶縁層を介して積層され該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する為の変調電極と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置。

【請求項34】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、XYマトリックス状に配置されしかも該電子放出素子の電子放出部に接続された走査電極と情報信号電極とを有し該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する為の変調手段と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置。

【請求項35】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材と、該電子放出素子、該変調手段及び該画像形成部材を含む外囲器と、更に、外囲器を支持する為の支持部材とを有する画像形成装置。

【請求項36】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光する発光体とを有する画像形成装置。

【請求項37】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光する発光体と、さらに該発光体からの光の照射により画像記録される被記録体を有する画像形成装置。

【請求項38】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光する発光体と、さらに該発光体からの光の照射により画像記録される被記録体の支持手段を有する画像形成装置。

【請求項39】 請求項1～26のいずれかに記載の電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光するレッド、グリーン、ブルーの三原色

発光体とを有する画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、特に、冷陰極型の電子放出素子及び該電子放出素子を用いた電子線発生装置並びに画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、簡単な構造で電子の放出が得られる素子として、例えば、エム・アイエリンソン (M. I. Elinson) 等によって発表された冷陰極素子が知られている [ラジオ エンジニアリング エレクトロニクス (Radio Eng. Electron Phys.) 第10巻、1290～1296頁、1965年]。これは、基体上に形成された小面積の薄膜に、膜内に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するもので、一般には表面伝導形放出素子と呼ばれている。この表面伝導形放出素子としては、前記エリンソン等により開発された、 SnO_2

(Sb) 薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの [ジー・デイトマー “スイン ソリッド フィルムス” (G. Dittmer: “Thin Solid Films”) 第9巻、317頁、1972年]、ITO薄膜によるもの [エム・ハートウエル アンド シー・ジョンスタッド “アイイーイーイーートランス” イーディーコンファレン (M. Hartwell and C. G. Fonstad; “IEEE Trans. ED Conf.”) 519頁、1975年] 等が報告されている。

【0003】 これらの表面伝導形放出素子の典型的な素子構成を図30に示す。同図において82及び83は電氣的接続を得るための電極、85は電子放出材料で形成される薄膜、81は基板、84は電子放出部を示す。従来、これらの表面伝導形放出素子においては、電子放出を行なう前に予めフォーミングと呼ばれる通電加熱処理によって電子放出部を形成する。即ち、前記電極82と電極83の間に電圧を印加する事により、薄膜85に通電し、これにより発生するジュール熱で薄膜85を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗な状態にした電子放出部84を形成することにより電子放出機能を得ている。尚、電氣的に高抵抗な状態とは、薄膜85の一部に、 $0.5\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の長さの亀裂を有し、かつ亀裂内がいわゆる島構造を有する不連続状態膜を言う。島構造とは一般に数十オングストロームから数ミクロンメートル径の微粒子が基板81にあり、各微粒子は空間的に不連続で電氣的には連続な膜をいう。従来、表面伝導形放出素子は上述の高抵抗不連続膜に電極82、83により電圧を印加し、素子表面に電流を流すことにより、上述微粒子より電子を放出せしめるものである。

【0004】 また、本発明者らは、特開平1-200532号公報及び特開平2-56822号公報において、

電極間に電子を放出せしめる微粒子を分散配置した新規な表面伝導形放出素子を技術開示した。この電子放出素子は、(1) 高い電子放出効率を得られる。(2) 構造が簡単であるため、製造が容易である。(3) 同一基板上に多数の素子を配列形成できる。等の利点を有する素子である。これらの表面伝導形放出素子の典型的な素子構成を図31に示す。図31において、82及び83は電氣的接続を得るための電極、86は電子放出せしめる微粒子が分散配置した電子放出部、81は基板である。

【0005】近年、上述した表面伝導形放出素子を画像形成装置に用いようとする試みが成されている。その例を図32に示す。同図は上述した電子放出素子を多数並べた画像形成装置を示すものである。ここで、92及び93は配線電極、94は電子放出部、95はグリット電極、96は電子通過孔、97は画像形成部材である。この画像形成部材は例えば、蛍光体、レジスト材等、電子衝突することにより発光、変色、帯電、変質等する部材から成る。また、この画像形成装置は、配線電極92及び93の間に複数の電子放出部94が線状に並べられた線状電子源とグリット電極95でXYマトリックス駆動を行ない、画像形成部材97に、情報信号に応じて電子を衝突させることにより画像形成を行なう装置である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】まず、以上述べた従来の表面伝導形放出素子の電気特性（電流－電圧特性）について、図6を用いて説明するならば、従来の電子放出素子は、放出電子は一定の素子電圧（素子に印加される電圧） V_e から急激に増加し、素子電圧 V_d で、例えば上記画像形成装置において画像形成するのに十分な電子線を放出し得る。また、素子電流（素子に流れる電流） I_f は素子電圧の上昇とともに増加し、素子電圧 V_e 付近から増加割合が高くなる。一般にこれら従来の素子は電子放出に無関係な電流、即ち、同図に示す大きな無効電流が流れるものであるが、かかる無効電流の素子電流 I_f に対する割合は、50パーセント程度にまで及ぶ場合がある。このような無効電流の増加は、電子放出素子の駆動時の消費電力の増加、電子放出素子の発熱による電子放出特性（電子放出効率、放出電子の安定性等）を低下せしめるものである。また、上記無効電流の増加は、以下の様な問題点をも生み出す。すなわち、無効電流の大きな電子放出素子を上述の如き画像形成装置に用いた場合、1) 無効電流が配線電極に流れ、電圧降下が生じるために電子放出量が電子放出素子によって異なる。2) 無効電流が形成する画像の種類（即ち、入力される情報信号の違い）によって変化するため、配線電極での電圧降下が変化し、素子から放出される電子量が変動する。以上の問題点は結局、形成画像のコントラスト及び鮮明性の低下、特に、形成画像が蛍光画像である場合には、蛍光画像の輝度のバラツキ、輝度変化をもたらし、画像形成装置の高精細化、大画面化が困難とな

り、また消費電力の増大にもつながる。

【0007】そこで本発明は上記問題点に鑑みなされた発明であって、その目的は特に、無効電流の極めて小さい電子放出素子並びに電子線発生装置を提供することにある。更に本発明の目的は、電子放出効率、放出電子の安定性等の電子放出特性に優れ、消費電力の小さな電子放出素子並びに電子線発生装置を提供することにある。また、本発明の目的は、装置全体の無効電流が極めて小さく、形成画像のコントラスト及び鮮明性に優れ、消費電力の小さな画像形成装置の提供、とりわけ、輝度のバラツキ、輝度の変動の極めて少ない発光画像を形成する画像形成装置の提供にある。

【0008】更に、本発明の目的は上記問題点を解決する他に、画像形成装置の外囲器が加重される大気圧を支持する支持部材を設け、該外囲器を構成するフェースプレート及びバックプレートを薄い材料で形成し、大画面且つ軽量の画像形成装置の提供にある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、以下の本発明により達成される。

【0010】即ち本発明は、基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散配置されており、該微粒子の該電子放出領域内における面積占有率が20%～75%の範囲内にあることを特徴とする電子放出素子である。

【0011】更に、本発明は、基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散配置されており、該微粒子間隔が5オングストローム～100オングストロームの範囲内にあり、且つ該微粒子の平均粒径が5オングストローム～1000オングストロームの範囲にあることを特徴とする電子放出素子である。

【0012】更に、本発明は、基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域に微粒子が分散配置されており、該微粒子の該電子放出領域内における面積占有率が20%～75%の範囲内にあり、該微粒子間隔が5オングストローム～100オングストロームの範囲内にあり、且つ該微粒子の平均粒径が5オングストローム～1000オングストロームの範囲にあることを特徴とする電子放出素子である。

【0013】更に、本発明は、基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域内の電圧印加長が5オングストローム～300オングストロームの範囲内にあることを特徴とする電子放出素子である。

【0014】更に、本発明は、基体上の電極間に電子放出領域を有する電子放出素子において、該電子放出領域内の電界強度が 10^7 V/cm以上であることを特徴とする電子放出素子である。

【0015】更に、本発明は、上記電子放出素子の複数

と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段とを有する電子線発生装置である。

【0016】更に、本発明は、上記電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置である。

【0017】更に、本発明は、上記電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により画像を形成する画像形成部材と、該電子放出素子、該変調手段及び該画像形成部材とを含む外囲器と、更に、該外囲器を支持する為の支持部材とを有する画像形成装置である。

【0018】更に、本発明は、上記電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光する発光体とを有する画像形成装置である。

【0019】更に、本発明は、上記電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光する発光体と、さらに該発光体からの光の照射により画像記録される被記録体を有する画像形成装置である。

【0020】更に、本発明は、上記電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段と、電子線の照射により発光する発光体と、さらに該発光体からの光の照射により画像記録される被記録体の支持手段を有する画像形成装置である。

【0021】以下に、まず本発明の電子放出素子について詳述する。まず、本発明の電子放出素子の主たる特徴部分について、図1（平面図）、図2（図1のA-A'断面図）及び図3（図2のB-B'断面図）を用いて説明する。同図において、1は絶縁性基体、2及び3は電極、5は電子放出領域、4は電子放出領域5よりも低抵抗の微粒子膜、6は電子放出領域5に分散配置された微粒子を示す。本発明の電子放出素子は、第1に、微粒子6が分散配置された電子放出領域5と該領域5内部に電圧を印加するための電極2及び3を必須の構成要件とする。即ち、本発明の電子放出素子は該電極2、3間に印加される電圧により電子放出領域に電子（電流）が流れ、該電子が該領域内部の微粒子6により形成されたギャップ（微粒子同志の間隙）により該領域外へ放出されるという機構を有する素子である。尚、同図において、上記低抵抗の微粒子膜4は本発明の必須の要件ではないが、電子放出領域5と電極2及び3との電氣的接触をより一層向上させる点で、配置されていることが好ましい。また、電子放出領域5及び微粒子膜4を構成する微粒子はいずれも導電性材料が用いられる。

【0022】本発明の電子放出素子は上記必須の構成要

件に加えて、以下の第2の要件を更に具備することが必要とされ、その具備する要件により大きく2つの態様に分類される。その2つの各態様について、次に詳述する。

【0023】まず、第1の態様は、上記電子放出領域5内における、上記微粒子6の面積占有率が20%～75%の範囲内にある電子放出素子である。ここで、図4及び図5は後述する実施例の一つとして作成された本発明の電子放出素子のSEM（走査型電子顕微鏡）写真の模写図であり、図4は、図2のA-A'領域を上から観察した場合の平面図、図5は、図3のB-B'領域を上から観察した場合の平面図、更に、図5の点線領域は、電子放出領域15をより高倍率でSEMにて観察した場合の拡大図に相当する。尚、12及び13は電極、14は低抵抗の微粒子膜、15は電子放出領域、16は電子放出領域15内部に分散配置された微粒子を示す。本発明で言う前記微粒子の面積占有率とは、次の様に測定される値を意味する。まず、図5の点線領域で示されるように、素子の電子放出領域15内部のSEM像（写真）

（但し、STM（走査型トンネル顕微鏡）でも良い）を、微粒子数が10個～1000個観察し得る倍率にて採り、かかるSEM像から、全面積に対し全微粒子16の面積が占める割合を測定する。この測定を該電子放出領域15の全領域にわたり行い、得られた測定値の平均値を算出して、これを上記微粒子の面積占有率とした。

【0024】以上の本発明の電子放出素子において、該微粒子の面積占有率と上述した該素子に流れる無効電流との関係、更には、素子の電子放出特性との関係は、本発明者等の知見によれば、次の様に考えられる。即ち、前記微粒子の面積占有率が大き過ぎると、電子放出領域全体に占める前記ギャップの割合が小さくなり過ぎるため、電子放出領域は連続膜としての性状を呈することとなり、該ギャップから放出される電子量よりも該連続膜を流れる電子量の方が大きくなり、結局、素子の無効電流が大きくなってしまい、しかも、放出される電子量も少なくなってしまうと考えられる。一方、前記微粒子の占有面積が小さ過ぎると、該ギャップの割合が大きくなり過ぎるため、電子放出のための印加電圧が大きくなるので、一度放出された電子が電極に引き戻されてしまう現象が生じるため、この場合もまた素子の無効電流が大きくなってしまい、また、放出される電子量も少なくなってしまうと考えられる。

【0025】本発明者らは、以上の知見に基づき、鋭意研究の結果、該微粒子の面積占有率について、20%～75%の範囲内とすること、特に好ましくは35%～60%の範囲内とすることが、電子放出素子の無効電流を極めて小さくする上で有効であり、しかも、電子放出量が多く、また、電子放出効率及び電子の放出安定性という点でも極めて有効であることを見出し、本発明に至った。

【0026】更に、本発明のかかる第1の態様においては、該電子放出領域に分散配置される微粒子の平均粒径は、5オングストローム～300オングストロームの範囲に設定されていることが好ましく、特に好ましくは5オングストローム～80オングストロームの範囲に設定されていることが望ましい。即ち、上記範囲に設定されていることは、極端に大きな粒径の微粒子自体に流れる無効電流をも防ぐことができ、素子全体としての無効電流をより一層低減することができる上、電子放出効率及び放出電子の安定性（特に、放出電子の揺らぎ）をも一層低減できる。

【0027】次に、本発明の電子放出素子の第2の態様は、上記電子放出領域5内における、上記微粒子6の微粒子間隔が5オングストローム～100オングストロームの範囲内にあり、且つ該微粒子の平均粒径が5オングストローム～1000オングストロームの範囲にある電子放出素子である。本発明で言う前記微粒子間隔とは、図3のSで示される様に微粒子同志の間隙幅を意味する。又、微粒子間隔S及び平均粒径tは次の様に測定される値である。まず、図5の点線領域で示されるように、素子の電子放出領域15内部のSEM像（写真）

（但し、STM（走査型トンネル顕微鏡）でも良い）を、微粒子数が10個～1000個観察し得る倍率にて採り、かかるSEM像から、全ての微粒子間隔s、微粒子直径tを測定する。この測定を該電子放出領域15の全領域にわたり行い、得られた各々の測定値の平均値を算出して、これを上記微粒子間隔及び平均粒径とした。

【0028】以上の本発明の電子放出素子において、該微粒子間隔及び該平均粒径と、上述した該素子に流れる無効電流との関係、及び、素子の電子放出特性との関係は、本発明者等の知見によれば、上述の第1の態様同様に次の様に考えられる。即ち、前記平均粒径が大き過ぎ且つ前記微粒子の間隔が小さ過ぎると、電子放出領域全体に占める前記ギャップの割合が小さくなり過ぎるため、電子放出領域は連続膜としての性状を呈することとなり、該ギャップから放出される電子量よりも該連続膜を流れる電子量の方が大きくなり、結局、素子の無効電流が大きくなってしまい、しかも、放出される電子量も少なくなってしまうと考えられる。一方、前記平均粒径が小さ過ぎ且つ前記微粒子の間隔が大き過ぎると、該ギャップの割合が大きくなり過ぎるため、電子放出のための印加電圧が大きくなるので、一度放出された電子が電極に引き戻されてしまう現象が生じるため、この場合もまた素子の無効電流が大きくなってしまい、また、放出される電子量も少なくなってしまうと考えられる。

【0029】本発明者らは、以上の知見に基づき、鋭意研究の結果、該微粒子間隔については、5オングストローム～100オングストロームの範囲内とし、且つ該微粒子の平均粒径については5オングストローム～1000オングストロームの範囲内とすることが、電子放出素

子の無効電流を極めて小さくする上で有効であり、しかも、電子放出量が多く、また、電子放出効率及び電子の放出安定性という点でも極めて有効であることを見出し、本発明に至った。更に、本発明のかかる第2の態様においては、該微粒子間隔は5オングストローム～50オングストロームの範囲とすることが特に好ましく、又、該微粒子の平均粒径は、5オングストローム～300オングストロームの範囲に設定されていることが好ましく、特に好ましくは5オングストローム～80オングストロームの範囲に設定されていることが望ましい。

【0030】以上、本発明の電子放出素子に関し、2つの態様に分けて述べたが、各態様のいずれの構成要件をも具備した電子放出素子は、本発明において、より好ましい態様である。即ち、該微粒子の該電子放出領域内における面積占有率が20%～75%の範囲内にあり、該微粒子間隔が5オングストローム～100オングストロームの範囲内にあり、且つ該微粒子の平均粒径が5オングストローム～1000オングストロームの範囲にある電子放出素子は、前記各態様の電子放出素子に比べ、とりわけ、素子の無効電流の低減に関し、より優れた効果を奏し、更に、電子放出量、電子放出効率及び放出安定性（放出電子の揺らぎ防止）の点でもより優れている。他、素子の駆動に際し、より低電圧で駆動でき、より長寿命の電子放出素子をも提供できる。しかも、上記面積占有率を35%～60%の範囲内とすること、更に、前記粒子間隔を5オングストローム～50オングストロームとすることは、より一層上記の効果を向上させる点で好ましく、更には、該電子放出領域に分散配置される微粒子の平均粒径を、5オングストローム～300オングストローム、より望ましくは5オングストローム～80オングストロームの範囲に設定することは、特に好ましい態様である。

【0031】次に、以上述べた本発明の電子放出素子の前記面積占有率、前記微粒子間隔及び前記微粒子径の制御方法について述べる。かかるパラメーターの制御は、本発明においては次の様に行われた。まず、電極間隔は0.2ミクロンメートル～5ミクロンメートルの範囲内で設定し、粒子径が5オングストローム～1000オングストロームの範囲内にある導電性粒子を該電極間に分散配置してシート抵抗が $3 \times 10^3 \Omega/\square \sim 1 \times 10^7 \Omega/\square$ の範囲内にある導電体膜を形成する。次に、該導電体膜に該電極を通じて特定波形の電圧パルスを印加する。ここで、印加する電圧パルスは電極の形状、導電体膜の材質、基体の材質によって適宜設定される。また、上記導電性粒子としては、例えば、Pd、Nb、Mo、Rh、Hf、Ta、W、Re、Ir、Pt、Ti、Au、Ag、Cu、Cr、Al、Co、Ni、Fe、Pb、Cs、Ba等の金属、LaB₆、CeB₆、HfB₄、Gd₂B₄等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の

窒化物、 PdO 、 Ir_2O_3 、 SnO_2 、 Sb_2O_3 等の金属酸化物、 Si 、 Ge 等の半導体、カーボン、 Ag 、 Mg 等が挙げられる。以上の方法が上記パラメータの制御において好ましい方法である。

【0032】次に、本発明者等は、従来の電子放出素子が有する先述した大きな無効電流について、更に検討した結果、以下の知見をも得た。即ち、電子放出素子に流れる無効電流の大きさは、素子駆動の際の電圧が、その素子に実効的に印加されている領域の大きさ（以後、電圧印加長という）によって変化すると知見を得たのである。そして該無効電流を極めて小さく抑えるためには、この電圧印加長を一定の範囲内に制御することが必要であり、しかもその長さを5オングストローム～300オングストロームの範囲、好ましくは5オングストローム～50オングストロームの範囲内とすることにより、素子の無効電流をほとんど無くすることができることを見出した。ここで、電圧印加長について更に詳述する。電圧印加長とは、上記の如く電子放出素子の、実効的に電圧が印加されている領域の長さを意味するもので、該領域においては、実質的に電圧降下が生じているが、該領域以外は実質上電圧降下は生じない。

【0033】また、この電圧印加長は、次の様に測定される長さである。図8は本発明の電子放出素子に電圧を印加した際の電極間のSEM像（写真）の模写図であり、図9は図8と同じ電子放出素子に対して、図8とは逆方向の電圧を印加した際の電極間のSEM像の模写図である。両図において、15は電子放出領域、14は電極（不図示）と電子放出領域との電氣的接触を良好にするための導電膜、17は2次電子の放出量が少ない部分で、実際のSEM像でも黒く表れる。測定対象となる電子放出素子に、 $1 \times 10^{-3} \text{ torr} \sim 1 \times 10^{-6} \text{ torr}$ の真空下、1.5V～4.0Vの電圧を印加してその時の素子電極間のSEM像を採る。次に、同じ素子に対して、同じ大きさで逆方向の電圧を印加し、その時の素子電極間の同倍率のSEM像を採る。得られた2つのSEM像を図10に示す様に重ね、電子放出領域15内部の白抜け領域18の最長幅Lを測り、SEM像の倍率から実際の長さを算出する。また、上記SEM像では該測定が困難な場合には、STMを用いても測定できる。この場合は、素子に印加する電圧を1V～2.5Vとし、STMの探針を素子の負電位電極側から正電位電極側へ走査しながらその時の電位を測定していく。この時の測定値において、印加電圧の30%から70%の値を示す領域の長さを電圧印加長Lとする。

【0034】また、更に、本発明者等は、電子放出素子にかかる電界強度についても検討した結果、素子に印加される素子電圧に対し、上記電圧印加長を小さくすることは結局、素子にかかる電界強度を高くすることであり、上記電圧印加長の測定結果から該無効電流が極めて小さい電子放出素子は、 $1 \times 10^7 \text{ V/cm}$ 以上の電界

強度を有する素子であることを見出した。ここで、上記電界強度(E)は、 $E = V_f / L$ で算出される値である。

【0035】以上述べた、本発明の電子放出素子における、電圧印加長及び電界強度の制御は、本発明においては次の様に行われた。まず、電極間隔は0.2ミクロンメートル～5ミクロンメートルの範囲内で設定し、該電極間にシート抵抗が $3 \times 10^3 \Omega/\square \sim 1 \times 10^7 \Omega/\square$ の範囲内にある導電体膜を形成する。次に、該導電体膜に該電極を通じて特定波形の電圧パルスを印加する。ここで、印加する電圧パルスは電極の形状、導電体膜の材質、基体の材質によって適宜設定される。また、後述する実施例で示される様に、上記導電体膜は、粒子径が5オングストローム～1ミクロンメートルの範囲内にある導電性粒子を該電極間に分散配置して形成された膜であることが好ましく、その材質は先述した同様の材料が用いられる。

【0036】以上、詳述した各態様の本発明の電子放出素子は、図7に示す電流－電圧特性のグラフから明らかな様に、素子の無効電流が極めて小さい電子放出素子であり、該無効電流が2%以下、より好ましい態様では1%以下の電子放出素子である。更に、本発明のいずれの態様の電子放出素子も、電子放出量、電子放出効率及び放出安定性（放出電子の揺らぎ防止）等の電子放出特性の点でも優れた電子放出素子である。

【0037】次に、以下で本発明の電子線発生装置及び画像形成装置について詳述する。本発明の電子線発生装置及び画像形成装置は、上述した電子放出素子を用いたことを主たる特徴とするものである。まず、本発明の電子線発生装置は、上記電子放出素子の複数と、該電子放出素子から放出される電子線を情報信号に応じて変調する変調手段とを有するものである。その一実施態様例を図18、図19、図20及び図21を用いて説明する。図18、図19、図20及び図21において、41は絶縁性基板、42、43は電極、45は電子放出領域、44は該電極と該電子放出領域との良好な電氣的接触を得るための導電膜、46は変調手段を示す。図18、図19、図20に示す態様は、電子放出領域を一对の電極間に複数有する線電子放出素子が、該基板面上に複数並設されており、上記変調手段として複数のグリット電極（変調電極）46が、該複数の線電子放出素子に対して、行列配置（XYマトリックス状配置）されている。該グリット電極は、図18では該電子放出素子の電子放出面上方空間内に配置されており、図19では該電子放出素子と同一基板面に並設されており（斜線部）、図20では該電子放出素子と基板を介して積層されている。また、図21に示す態様は、単一の電子放出領域を有する電子放出素子の複数が行列配置され、各素子が信号配線電極50と走査配線電極51により同図の様に接続配線された、一般に単純マトリクス構成と呼ばれる態様で

あり、この信号配線電極50と走査配線電極51とが上記変調手段として作用する。以上例示した本発明の電子線発生装置の駆動方法は、図18、図19、図20においては、まず、1ラインの線電子放出素子の電極42、43に10V～35Vの電圧パルスを印加して、複数の電子放出部より電子線を放出させる。放出された電子線は、該グリット電極群46に、情報信号に対応して50V～70Vの電圧を印加することによりオン・オフが制御され、該1ライン分の情報信号に対応する電子線放出が得られる。かかる動作を上記ラインの隣の線電子放出素子に対し順次行うことにより、一画面分の電子線放出が行われる。また、図21においては、まず、1ライン上の複数の電子放出素子に対し走査配線電極51により電圧パルスを印加し、次に、情報信号に対応して信号配線電極群50に電圧パルスを印加することで、1ライン分の情報信号に対応する電子線放出が得られる。かかる動作を上記ラインの隣のラインに対して順次行うことにより、一画面分の電子線放出が行われる。

【0038】以上一例を挙げて述べた、本発明の電子線発生装置は、装置全体の無効電流が極めて小さく、電子放出効率、放出電子の安定性等の電子放出特性に優れ、消費電力の小さな電子線発生装置である。

【0039】次に、本発明の画像形成装置について説明する。本発明の画像形成装置は上記電子線発生装置の電子線放出側に画像形成部材が配置された構成を有する。該画像形成部材としては、蛍光体等の発光体、レジスト材等、電子衝突することにより発光、変色、帯電、変質等する部材から成る。図22に本発明の画像形成装置の一例を示す。同図において、52はリアプレート（ただし、前記絶縁性基体41を兼用しても良い）、46は変調手段（図18のグリット電極で示したが、図19、図20のグリット電極あるいは図21の変調手段であっても構わない）、42及び43は電極、45は電子放出領域、44は該電極と該電子放出領域との良好な電気的接触を得るための導電膜、58はフェースプレート、57はガラス板、55は透明電極、56は蛍光体である。以上の本発明の画像形成装置の駆動方法は、まず、画像形成部材（図22においては、透明電極55）に0.5kV～10kVの電圧を印加し、次に、上記電子線発生装置と同様の駆動方法を行うことで、該画像形成部材に情報信号に応じた画像が形成される（図22においては、蛍光画像が表示される）。また、上記画像形成装置において、画像形成部材が発光体（例えば、蛍光体）の場合、一画素についてかかる発光体をレッド、グリーン、ブルーの三原色発光体とすることによって、フルカラーの表示画像が得られる。また、以上述べた電子線発生装置及び画像形成装置は、通常は、真空度が $10^{-4} \sim 10^{-9}$ torrで駆動される。

【0040】また、本発明の画像形成装置は、図28及び図29に示す態様も含む。即ち、図28で示される

画像形成装置は、それぞれ図23、図24、図25で示される画像形成装置において、大気圧を支持する支持部材100をフェースプレート58とリアプレート52の間に配置したものである。

【0041】図28は本発明の画像形成装置の外略的構成図であり、図29は図28に示される画像形成装置の大気圧支持部材近傍の断面図である。

【0042】図28において、100は大気圧支持部材、101は支持枠、102は蛍光体の輝点である。これらの画像形成装置において、フェースプレート58、リアプレート52、支持枠101によって外囲器が形成され、装置内部を真空度が $10^{-4} \sim 10^{-9}$ torrとなるように維持される。

【0043】大気圧支持部材のない画像形成装置は大画面化すればするほどフェースプレート58及びリアプレート52に大気圧が加重され、この加重を支持する為にフェースプレート58とリアプレート52を厚い材料で構成する必要がある、装置が重くなると云う問題があるので、その対策として大気圧支持部材を設けることが望ましい。又、大気圧支持部材100は通常、1ミリメートルから100ミリメートルおきに配置され、なるべく画像欠陥とならないように画素間に設けられる。（大気圧）支持部材100の材質としては、ガラス材等の絶縁体が用いられる。

【0044】又、図28、図29に示される様な大気圧支持部材100を有する画像形成装置において、前述したような駆動を行うと、支持部材100は電氣的に浮いた状態にある為に、予期せぬ電子ビームやイオンが支持部材100に衝突し、支持部材が帯電しやすい。このような帯電が発生すると電子ビームの軌道が曲げられ蛍光体に当たる電子ビーム量が変化し、輝度ムラ、色ムラを生じる。本発明者らは、このような支持部材の帯電による問題が電子放出素子の駆動電圧と係りがあることを見出した。つまり、電子放出素子の無効電流が大きいと素子に印加する電圧が高くなり、支持部材100が帯電しやすくなる。よって本発明の無効電流の小さい電子放出素子を用いることにより、支持部材が帯電することなく軽量かつ大画面の画像形成装置が得られる。

【0045】また、本発明の画像形成装置は、図26及び図27に示す態様も含む。即ち、図26及び図27は、例えば、図22に示された上記画像形成装置を発光源として用いた光プリンターの例である。図26において、62は上記発光源、65はドラム、63は搬送ローラ、64は感熱または感光シートである。同図のa、bに示す様に該光プリンターは、発光源62を上記同様の駆動方法（図22の画像形成装置の駆動方法）にて駆動し、情報信号に応じた光線を放出させ、支持体（65及び63）にて支持された被記録体64あるいは発光源62を走査しながら、被記録体に該光線を照射することで該被記録体に画像を記録する装置である。更に、図27

に示した装置も光プリンターの別の態様例である。71は発光源、72はドラム状の被記録体、77は現像機、75は除電器、74はクリーナー、73は帯電器、76は画像転写材である。該光プリンターでは、帯電器73により被記録体72を帯電し、発光源71から上記同様の駆動方法（図22の画像形成装置の駆動方法）にて放出された光線を該被記録体72に照射することで被記録体73の該照射部分を除電する。被記録体73の光未照射部分に現像機77によりトナーを吸着させ、除電器75の位置で除電により該トナーを転写体76に転写させて画像を記録する。

【0046】以上一例を挙げて述べた、本発明の画像形成装置は、形成画像のコントラスト及び鮮明性に優れ、消費電力の小さな画像形成装置である。特に、上記発光画像を形成する画像形成装置にあつては、輝度バラツキ、輝度の変動の極めて少ない画像形成装置である。

【0047】以下に実施例を挙げ、本発明を更に詳述する。

【0048】

【実施例】

（実施例1）本実施例の電子放出素子として図1、図2、図3に示すタイプの電子放出素子を作成した。その作成方法を図11を用いて以下で述べる。

【0049】①絶縁性基体21として石英基板を用い、これを有機溶剤により十分に洗浄後、該基体21面上に、電極22、23を形成した（図11のa）。電極の材料として、Ni金属を用いた。電極間隔Gは3ミクロンメートルとし、電極の長さを500ミクロンメートル、その厚さを1000オングストロームとした。

【0050】②有機パラジウム（奥野製薬（株）製、CCP-4260）を塗布した後、320℃で加熱処理をして、酸化パラジウム（PdO）微粒子（平均粒径：20オングストローム）からなる微粒子膜24を形成した。ここで微粒子膜24の長さを300ミクロンメートルとして電極1、2のほぼ中央部に配置した（図11のb）。

【0051】③次に、図11のcに示すように、電子放出領域25を電極22と電極23の間に電圧を印加し、微粒子膜24を通電処理（フォーミング処理）することにより作成した。フォーミング処理の電圧波形を図12に示す。

【0052】図12中、T₁及びT₂は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、本実施例ではT₁を1.0ミリ秒、T₂を10ミリ秒とした。また、フォーミング電圧は以下に示す電圧にて行った。また、フォーミング処理は約 1×10^{-6} torrの真空雰囲気で行った。このように作成された電子放出領域25は、図3に示されるようにパラジウム微粒子6が酸化パラジウム微粒子膜4の間に分散配置され、微粒子6の平均粒径は10オングストロームであった。

【0053】上記工程②の有機パラジウムの塗布量を変えて微粒子膜24のシート抵抗値を変えることと、上記工程③のフォーミング電圧を変えることにより、微粒子6の面積占有率の異なる次の3種類の素子を作成した。

（1）シート抵抗値 $8 \times 10^4 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧4V：微粒子の面積占有率が75%の素子を作成した。

（2）シート抵抗値 $3 \times 10^4 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧7V：微粒子の面積占有率が50%の素子を作成した。

（3）シート抵抗値 $5 \times 10^3 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧13V：微粒子の面積占有率が20%の素子を作成した。

【0054】該素子を 1×10^{-7} torrの真空下にて図16に示される評価装置で電子放出特性を測定したところ表1に示されるような結果が得られた。

【0055】（測定方法）ここで、図16は測定評価装置の概略構成図である。図16において、21は絶縁性基体、22及び23は電極、25は電子放出領域、24は電氣的接続を得るための導電膜、31は素子に電圧を印加するための電源、30は素子電流I_fを測定するための電流計、34は素子より発生する放出電流I_eを測定するためのアノード電極、33はアノード電極34に電圧を印加するための高圧電源、32は放出電流を測定するための電流計である。ここで、上記素子電流とは、電流計30によって測定される電流量であり、また、上記放出電流とは、電流計32により測定される電流量である。電子放出素子の上記素子電流、放出電流の測定にあたっては、素子電極22、23に電源31と電流計30とを接続し、該電子放出素子の上方に電源33と電流計32とを接続したアノード電極34を配置し、真空度 1×10^{-5} torrの環境下で該測定を行う。測定結果から、無効電流は、図6に示す様に、以下の様に算出される。

【0056】

$$\text{無効電流} = (I_x / I_{f'}) \times 100 [\%]$$

（ここで、I_{f'}は駆動電圧V_dにおける素子電流値であり、I_xは、素子電圧がゼロのときの素子電流値と素子が電子放出し始める素子電圧V_eでの素子電流値とを結ぶ直線の駆動電圧V_dでの外挿値）

（実施例2）本実施例の電子放出素子は次の方法で作成された。

【0057】①実施例1の①と同じ方法で、絶縁性基体上に一对の電極を作成した。

【0058】②実施例1の②と同じ方法で、微粒子膜24を作成したもの（図11のb）を還元雰囲気（水素ガスと窒素ガスの混合ガス）中で350℃に加熱し、更に大気中で350℃で加熱する。これにより、酸化パラジウム微粒子の粒径が70オングストロームから500オングストロームに成長し、実施例1と比較して大粒径の

酸化パラジウム微粒子膜24が形成された。微粒子膜24のシート抵抗値は $2 \times 10^4 \Omega/\square$ であった。

【0059】③上記②で作成した酸化パラジウム微粒子膜24に図13で示される電圧波形のフォーミング処理を施すことにより本実施例の電子放出素子を作成した。尚、実施例ではパルス幅 T_1 を10ミリ秒、パルス間隔 T_2 を100ミリ秒とした。

【0060】フォーミング処理の電圧値を以下の様に変えて、次の2種類の素子を作成した。

(1) フォーミング電圧6V：微粒子6の平均粒径が400オングストローム、微粒子6の面積占有率が60%の素子を作成した。

(2) フォーミング電圧13V：微粒子6の平均粒径が300オングストローム、微粒子6の面積占有率が35%の素子を作成した。

【0061】該素子を実施例1と同様な評価をしたところ表1に示されるような結果を得た。

【0062】(実施例3) 微粒子膜24のシート抵抗値 $5 \times 10^5 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧値を4Vとした以外、実施例2と同様な方法で、微粒子6の面積占有率が50%、微粒子6の平均粒径が5オングストロームの素子を作成した。該電子放出素子は、実施例2とほぼ同等な効果(無効電流が1%以下)が得られた。

【0063】(実施例4) 本実施例の電子放出素子を以下の様に作成した。

【0064】①実施例1の①と同様な方法で電極間隔Gが1ミクロンメートルとなるように絶縁性基体21上に電極22、23を形成した(図11のa)。

【0065】②実施例1の②と同様な方法で酸化パラジウム(PdO)微粒子(粒径：20～80オングストローム)からなる微粒子膜24を形成した(図11のb)後、還元雰囲気(水素ガスと窒素ガスの混合ガス)中で約200℃に加熱し、該微粒子膜24をパラジウム(Pd)(粒径：15～60オングストローム)微粒子膜とした。この微粒子膜の長さは300ミクロンメートルであり、シート抵抗値は Ω/\square であった。

【0066】③次に図11のcに示すように電子放出領域25を、電極22と電極23の間に電圧を印加し微粒子膜24をフォーミング処理することにより作成した。フォーミング処理は図12で示される電圧波形で行い、パルス幅 T_1 を10マイクロ秒、パルス間隔 T_2 を500マイクロ秒とした。また、フォーミング処理は約 1×10^{-6} torrの真空雰囲気下で行った。

【0067】上記工程②において、実施例1の工程②と同様に有機パラジウムの塗布量を変えて、上記微粒子膜24のシート抵抗値を変え、上記工程③のフォーミング電圧の値を以下の様に変えることにより、次の3種類の素子を作成した。

(1) シート抵抗値 $1 \times 10^5 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧3.5V：平均粒子間隔が12オングストローム、平

均粒子径が30オングストロームの素子を作成した。

(2) シート抵抗値 $5 \times 10^4 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧6.0V：平均粒子間隔が20オングストローム、平均粒子径が35オングストロームの素子を作成した。

(3) シート抵抗値 $3 \times 10^4 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧14V：平均粒子間隔が50オングストローム、平均粒子径が40オングストロームの素子を作成した。

【0068】該素子を実施例1と同様な評価をしたところ表2に示される結果が得られた。

【0069】(実施例5) 微粒子膜24のシート抵抗値を $1 \times 10^5 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧値を4Vとした以外は実施例4と同様に、平均粒子間隔が5オングストローム、平均粒子径が50オングストロームの電子放出素子を作成した。該素子は、実施例4とほぼ同等の効果(無効電流3%以下)が得られた。

【0070】(実施例6) 微粒子膜24のシート抵抗値を $5 \times 10^3 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧値を14Vとした以外は実施例4と同様に、平均粒子間隔が100オングストローム、平均粒子径が50オングストロームの電子放出素子を作成した。該素子は、実施例4とほぼ同等の効果(無効電流1%以下)が得られた。

【0071】(実施例7) 本実施例の電子放出素子を以下の様に作成した。

【0072】①実施例4の①と同じ方法で、絶縁性基体21上に電極22及び23を形成した(図11のa)。

【0073】②実施例4の②において、還元雰囲気中の加熱温度を370℃にして、パラジウム(Pd)(粒径：60～500オングストローム)の微粒子膜24(図11のb)を形成した。

【0074】③次に図11のcに示す様に電子放出領域25をフォーミング処理することにより形成した。フォーミング処理は図13に示される電圧波形、パルス幅 T_1 が50マイクロ秒、パルス間隔 T_2 が500マイクロ秒で行った。

【0075】塗布量を変えて微粒子膜24のシート抵抗値を変え、該フォーミング電圧を変え、次の2種類の素子を作成した。

(1) シート抵抗値 $5 \times 10^4 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧4.0V：平均粒子間隔が20オングストローム、平均粒子径が40オングストロームの素子を作成した。

(2) シート抵抗値 $7 \times 10^3 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧12V：平均粒子間隔が35オングストローム、平均粒子径が300オングストロームの素子を作成した。

【0076】該素子を実施例1と同様な評価をしたところ表2に示される結果が得られた。

【0077】(実施例8) 微粒子膜24のシート抵抗値を $3 \times 10^5 \Omega/\square$ 、フォーミング電圧を4Vにした以外は実施例7と同様な方法で、平均粒子間隔が30オングストロームでかつ微粒子の平均粒径が5オングストロームの素子を作成したところ、実施例7と同等の効果

(無効電流が1.0%以下)が得られた。

【0078】(実施例9)本実施例の電子放出素子を以下の様に作成した。その作成方法を図14を用いて説明する。

【0079】図14のa、b、cは実施例1の①、②、③と同様な方法で作成した。ただし、フォーミング処理は図12の電圧波形でフォーミング電圧が8V、パルス幅 T_1 が1ミリ秒、パルス間隔 T_2 が10ミリ秒で行った。

【0080】④次に図14のdに示されるように所望の位置にデIPPING法により、有機パラジウム(奥野製薬(株)製、CCP-4260)を塗布した後、320℃で加熱処理し酸化パラジウム(PdO)微粒子からなる微粒子膜24-bを電子放出領域25-a上に形成した。

【0081】⑤次に図14のeに示されるように最初と同等のフォーミング処理により電子放出領域25-bを作成した。このとき電子放出領域25-bは、最初に形成した電子放出領域25-aとはほぼ同位置に形成された。また、本実施例の④、⑤の工程を繰り返すことにより、パラジウム微粒子6の間隔が制御でき、次の3種類の素子を作製した。

(1)④、⑤の工程を3回繰り返した。：微粒子の平均粒子間隔が12オングストローム、微粒子の平均粒径が35オングストローム、微粒子の面積占有率が65%の電子放出素子を作成した。

(2)④、⑤の工程を2回繰り返した。：微粒子の平均粒子間隔が20オングストローム、微粒子の平均粒径が30オングストローム、微粒子の面積占有率が50%の電子放出素子を作成した。

(3)④、⑤の工程を1回行った。：微粒子の平均粒子間隔が50オングストローム、微粒子の平均粒径が25オングストローム、微粒子の面積占有率が30%の電子放出素子を作成した。

【0082】該素子を実施例1と同様な方法で評価したところ表3に示されるような結果が得られた。

【0083】(実施例10)実施例9と同様な方法で、④、⑤の工程を4回繰り返すことにより、電子放出領域の面積占有率が75%、微粒子の平均粒径が35オングストローム、微粒子の平均間隔が5オングストロームの電子放出素子を作成した。

【0084】実施例9と同様な評価をしたところ、ほぼ同等の効果(無効電流2.0%以下)が得られた。

【0085】(実施例11)実施例9と同様な方法で、④の工程のフォーミング電圧を12Vとすることにより、電子放出領域の面積占有率が20%、微粒子の平均粒径が25オングストローム、微粒子の平均間隔が100オングストロームの電子放出素子を作成した。

【0086】実施例9と同様な評価をしたところ、ほぼ同等の効果(無効電流0.2%以下)が得られた。

【0087】(実施例12)実施例9と同様な方法で、④の工程のフォーミング電圧を12Vとし、④、⑤の工程を2回繰り返すことにより、電子放出領域の面積占有率が50%、微粒子の平均粒径が300オングストローム、微粒子の平均間隔が30オングストロームの電子放出素子を作成した。

【0088】実施例9と同様な評価をしたところ、ほぼ同等の効果(無効電流1.0%以下)が得られた。

【0089】(実施例13)本実施例の電子放出素子を以下の様に作成した。その作成方法を図15を用いて説明する。

【0090】①図15のa、bはそれぞれ実施例1の①、②と同様な方法にて行われた。

【0091】②次に、酸化パラジウム微粒子膜24の一部を電子ビームで照射し、酸化パラジウム微粒子を還元して、パラジウム微粒子(粒径:15~60オングストローム)からなる微粒子膜26を形成した(図15のc)。電子ビームの照射は電流値:30nA、加速電圧:30kV、真空度: 1×10^{-6} torrで行った。パラジウム微粒子膜26は酸化パラジウム微粒子膜24のほぼ中央部に幅1000オングストロームに形成した。

【0092】③次に図15のdに示す様に電子放出領域25を、電極22と電極23の間に電圧を印加し、パラジウム微粒子膜26をフォーミング処理することにより形成した。フォーミング処理は図12で示されるような電圧波形で、パルス幅 T_1 が70マイクロ秒、パルス間隔 T_2 が500マイクロ秒で行った。

【0093】上記フォーミング電圧を変えることにより、次の3種類の素子を作製した。

(1)フォーミング電圧3.5V:微粒子の平均間隔が12オングストローム、微粒子の平均粒径が25オングストローム、微粒子の面積占有率が65%の電子放出素子を作成した。

(2)フォーミング電圧6.0V:微粒子の平均粒子間隔が20オングストローム、微粒子の平均粒径が28オングストローム、微粒子の面積占有率が50%の電放出素子を作成した。

(3)フォーミング電圧14V:微粒子平均間隔が50オングストローム、微粒子の平均粒径が35オングストローム、微粒子の面積占有率が35%の電子放出素子を作成した。

【0094】該素子を実施例1と同様な評価をしたところ表3で示されるような結果を得た。

【0095】

【表1】

表 1

電子放出 素子	素子 電圧 V	素子 電流 mA	放出 電流 μA	無効 電流 %	電圧印加長オン グストローム	電界強度 $\times 10^7$ V/cm
実施例1 (1)	16	2.2	2.0	2.0	50	3.2
実施例1 (2)	18	1.5	1.2	0.8	100	1.8
実施例1 (3)	30	0.18	0.2	0.6	300	1.0
実施例2 (1)	18	1.3	1.3	0.7	100	1.8
実施例2 (2)	18	0.8	0.8	0.7	100	1.8

【0096】

【表2】

表 2

電子放出 素子	素子 電圧 V	素子 電流 mA	放出 電流 μA	無効 電流 %	電圧印加長オン グストローム	電界強度 V/cm
実施例4 (1)	13	3.0	1.5	1.2	30	4.3
実施例4 (2)	14.5	2.0	1.5	0.7	40	3.6
実施例4 (3)	16	0.1	0.2	0.3	120	1.3
実施例7 (1)	14.5	2.0	1.6	0.7	40	3.6
実施例7 (2)	14.5	0.8	0.6	0.7	40	3.6

【0097】

【表3】

表 3

電子放出 素子	素子 電圧 V	素子 電流 mA	放出 電流 μA	無効 電流 %	電圧印加長オン グストローム	電界強度 V/cm
実施例 9 (1)	13.5	3.5	2.8	1.0	30	4.3
実施例 9 (2)	14	2.5	2.5	0.5	40	3.6
実施例 9 (3)	16	0.3	0.5	0.3	120	1.3
実施例 13 (1)	13.5	3.5	3.0	0.9	30	4.3
実施例 13 (2)	14	2.5	2.7	0.4	40	3.6
実施例 13 (3)	16	0.3	0.6	0.2	120	1.3

【0098】（実施例14）上記実施例1～13の電子放出素子を直線状に複数配置し、図17に示すような電子線発生装置を作製した。図17において、41は絶縁性基体（リアプレート）、42及び43は配線電極、44は電気抵抗の低い低抵抗部、45は電子放出領域、 $G_1 \sim G_L$ （46）は変調手段（グリッド電極）、47は電子通過孔である。絶縁性基体41と変調手段46との間隔は10ミクロンメートルとした。以上の電子線発生装置を次の方法にて駆動した。すなわち、該装置を真空度 10^{-6} torrの環境下に配置し、まず配線電極間に、駆動電圧（実施例1～13で示される各素子電圧）を印加し、次に情報信号に応じて変調手段に30Vの電圧を印加した。その結果、複数の領域45から該情報信号に応じた電子線の放出が得られた。

【0099】本実施例の電子線発生装置は、素子電流中の無効電流が極めて小さい（2%以下）ので消費電力が小さく、電子放出素子をファインピッチに配置することができた。また、電極42及び43に流れる電流が小さいので、電極42及び43での電圧降下が小さく、各素子から放出する電子ビーム量（放出電流）が均一であり、素子を多数電極42及び43間に配置することができた。

【0100】本実施例において、上記実施例の電子放出素子のうち、実施例1の（1）、（2）、実施例2の（1）、実施例3、実施例4の（1）、（2）、（3）、実施例5、実施例7の（1）、実施例8、特に、実施例9の（1）、（2）、（3）、実施例12の

（1）、（2）、（3）の電子放出素子が駆動電圧が低い、放出電流が高い、素子間の放出電流のバラツキが小さい等の点で優れた効果を有した。

【0101】（実施例15）上記実施例1～13の電子放出素子を直線状に複数配列した線電子放出素子を、図18に示すように複数併設した電子線発生装置を作成した。絶縁性基体41と変調手段47との間隔は10ミクロンメートル、各線電子放出素子の間隔は1ミリメートルとした。以上の電子線発生装置を次の方法にて駆動した。すなわち、該装置を真空度 10^{-6} torrの環境下に配置し、まず配線電極42、43間に駆動電圧（実施例1～13で示される各素子電圧）を印加し、次に変調手段46に情報信号に応じた電圧を印加した。すなわち、0V以下で電子線をオフ制御でき、+30V以上でオン制御できた。また、30～0Vの間で電子線の電子量を連続的に変化し得た。その結果、配線電極42、43間の複数の電子放出領域45から該1ライン分の情報信号に応じた電子線の放出が得られた。以上の動作を隣接する線電子放出素子に対し順次行うことにより、全情報信号に応じた電子線の放出が得られた。

【0102】本実施例においても、実施例14と同様の効果が確認できた。

【0103】（実施例16）図19に示すように、変調手段46のグリッド電極（斜線部）を絶縁性基体41の面上に配設したことを除いて実施例15と同様の電子線発生装置を作成した。該装置の駆動も実施例15と同様に行い、情報信号に応じた電子線の放出が得られた。た

だし、本装置においては、変調手段に印加される電圧として、 -30 V 以下で電子線をオフ制御でき、 $+20\text{ V}$ 以上でオン制御できた。また、 $-30\sim+20\text{ V}$ の間で電子線の電子量を連続的に変化し得た。

【0104】本実施例においても、実施例14と同様の効果が確認できた。

【0105】（実施例17）図20に示すように、変調手段（グリッド電極）46を絶縁性基体41を介して、線電子放出素子の電子放出面に対して反対側面に配設したことを除いて実施例15と同様の電子線発生装置を作成した。該装置の駆動も実施例15と同様に行い、情報信号に応じた電子線の放出が得られた。ただし、本装置においては、変調手段に印加される電圧として、 -30 V 以下で電子線をオフ制御でき、 $+20\text{ V}$ 以上でオン制御できた。また、 $-30\sim+20\text{ V}$ の間で電子線の電子量を連続的に変化し得た。

【0106】本実施例においても、実施例14と同様の効果が確認できた。

【0107】（実施例18）図21は本実施例の電子線発生装置の概略構成図である。本実施例は実施例1～13のいずれかの電子線放出素子の複数が行列配置され、各素子が信号配線電極50と走査配線電極51により接続された単純マトリクス構成の電子線発生装置である。

【0108】本実施例の駆動方法を説明する。該電子放出素子により電子線を放出するために、実施例1～13で示される各素子電圧を電子放出素子に印加した。まず、1ライン上の複数の電子放出素子に対し、走査配線電極51により、 0 V または素子電圧の2分の1の値の電圧パルスを印加し、次に、情報信号に対応して信号配線電極50に、素子電圧の2分の1の値または素子電圧値の電圧パルスを印加することで1ライン分の情報信号に対応する電子線放出が得られた。かかる動作を上記ラインの隣のラインに対して順次行うことにより1画面分の電子放出を行った。

【0109】本実施例においても、実施例14と同様の効果が確認できた。

【0110】（実施例19）図22に示す画像形成装置を実施例15の電子線発生装置を用いて作成した。同図において、58はフェースプレート、57はガラス板、55は透明電極、56は蛍光体である。フェースプレート58とリヤプレート52との間隔は3ミリメートルとした。

【0111】以上の画像形成装置を以下の方法にて駆動した。フェースプレート58及びリヤプレート52で構成されるパネル容器内を真空度 10^{-6} torr とし、蛍光体面の電圧をE V端子59を通じて $5\sim10\text{ kV}$ に設定し、配線53を通じて、まず、一対の配線電極42、43に駆動電圧（実施例1～13で示される各素子電圧）を印加した。次に、情報信号に対応して変調手段に

配線54を通じて電圧を印加することにより該放出電子線のオン・オフを制御した。ここで、 -30 V 以下で電子線をオフ制御でき 0 V 以上でオン制御できた。また、 $-30\sim+0\text{ V}$ の間で電子線の電子量を連続的に変化でき、階調表示も可能であった。

【0112】上記変調手段により放出された該情報信号に対応する電子線は蛍光体56に衝突し、蛍光体56は情報信号に応じて1ラインの表示を行った。以上の動作を隣の線電子放出素子に対し順次行うことで1画面の表示を行うことができた。

【0113】本実施例の画像形成装置により得られた上記表示画像は輝度ムラが少なく高コントラストで鮮明な画面であった。また、蛍光体56として、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）のカラー蛍光体を用いて、通常よく知られる構成、カソードレイチューブのフェースプレートにした画像形成装置においても、表示画像は輝度ムラが少なく高コントラストで鮮明なカラー画像であった。

【0114】（実施例20）図23に示す画像形成装置を実施例16の電子線発生装置を用いて作成した。実施例19と同様に駆動し、蛍光体の発光画像を表示した。ただし、変調手段に印加する電圧として、 -40 V 以下で電子線のオフ制御を行い、 $+10\text{ V}$ 以上で電子線のオン制御を行った。また、 $-40\sim+10\text{ V}$ の間で電子線の電子量を連続的に変化でき、階調表示も可能であった。

【0115】本実施例においても、実施例19と同様の効果が確認できた。

【0116】（実施例21）図24に示す画像形成装置を実施例17の電子線発生装置を用いて作成した。実施例19と同様に駆動し、蛍光体の発行画像を表示した。ただし、変調手段に印加する電圧として、 -40 V 以下で電子線のオフ制御を行い、 $+10\text{ V}$ 以上で電子線のオン制御を行った。また、 $-40\sim+10\text{ V}$ の間で電子線の電子量を連続的に変化でき、階調表示も可能であった。

【0117】本実施例においても、実施例19と同様の効果が確認できた。

【0118】（実施例22）図25に示す画像形成装置を実施例18の電子線発生装置を用いて実施例19と同様な画像形成装置を作成した。同図において、51、50はそれぞれ、走査配線電極と信号配線電極に接続された配線である。本実施例の画像形成装置を以下の方法にて駆動した。

【0119】フェースプレート58及びリヤプレート52で構成されるパネル容器内を真空度 10^{-6} torr とし、蛍光体面の電圧をE V端子59を通じて $5\sim10\text{ kV}$ に設定し、該電子放出素子より電子線を放出するためには実施例1～13で示される各素子電圧を電子放出素子に印加すれば良かった。まず、1ライン上の複数の電

子放出素子に対し、走査配線電極 5 1 により 0 V または素子電圧の 2 分の 1 の値の電圧パネルを印加し、次に情報信号に対応して信号配線電極 5 0 に、素子電圧の 2 分の 1 または素子電圧値の電圧パルス印加することで、情報信号に対応する電子線が蛍光体 5 6 に衝突し、蛍光体 5 6 は情報信号に対応した 1 ライン分の表示を行った。以上の動作を上記ラインの隣のラインに対し順次行うことにより、1 画面の表示を行うことができた。本実施例においても、実施例 1 9 と同様の効果が確認できた。

【0 1 2 0】（実施例 2 3）図 2 8 に示す画像形成装置を実施例 2 2 の画像形成装置に大気圧支持部材 9 5 を新たに設けることで作成した。

【0 1 2 1】本実施例において、実施例 2 2 と同様な駆動を行い、ほぼ同等な結果が得られたばかりでなく、フェースプレート及びリアプレートの厚さを薄くすることができ軽量で大画面の画像形成装置が作成できた。

【0 1 2 2】

【発明の効果】以上詳述した本発明の電子放出素子及び電子線発生装置は、とりわけ、無効電流が極めて小さく、更には、長寿命で、電子放出効率、放出電子の安定性等の電子放出特性に優れるものである。更に、本発明の電子線発生装置は、上記電子放出特性のバラツキが各素子間（または各電子放出部間）で極めて少ない装置であり、また、該電子線発生装置を用いた本発明の画像形成装置は、上述の如く個々の電子放出素子（または電子放出領域）が電子放出特性に優れしかも互いに該特性のバラツキが少ないことにより、情報信号に忠実な高コントラストで鮮明な画像が得られる装置である。とりわけ、画像形成部材として発光体を有する表示装置にあっては、発光画像の輝度のバラツキ、輝度の変化の極めて少ない装置である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電子放出素子の実施態様を示す概略構成図（平面図）。

【図 2】図 1 の A - A' 断面図。

【図 3】図 2 の B - B' 断面図。

【図 4】本発明の電子放出素子の S E M 写真の模写図（平面図）。

【図 5】図 4 の電子放出素子の電子放出領域の拡大 S E M 写真の模写図（平面図）。

【図 6】従来の電子放出素子の電流 - 電圧特性を示す図。

【図 7】本発明の電子放出素子の電流 - 電圧特性を示す図。

【図 8】本発明の電子放出素子の電圧印加長の測定方法を説明するための図。

【図 9】本発明の電子放出素子の電圧印加長の測定方法を説明するための図。

【図 1 0】本発明の電子放出素子の電圧印加長の測定方

法を説明するための図。

【図 1 1】本発明の電子放出素子の作成方法を説明するための図（断面図）。

【図 1 2】本発明の電子放出素子の作成工程の中で行われる、フォーミング処理時の電圧パルスの波形を示す図。

【図 1 3】本発明の電子放出素子の作成工程の中で行われる、フォーミング処理時の電圧パルスの波形を示す図。

10 【図 1 4】本発明の電子放出素子の作成方法を説明するための図（断面図）。

【図 1 5】本発明の電子放出素子の作成方法を説明するための図（断面図）。

【図 1 6】電子放出素子の電子放出特性の測定評価装置を示す概略構成図。

【図 1 7】本発明の電子線発生装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 1 8】本発明の電子線発生装置を示す概略構成図（斜視図）。

20 【図 1 9】本発明の電子線発生装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 2 0】本発明の電子線発生装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 2 1】本発明の電子線発生装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 2 2】本発明の画像形成装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 2 3】本発明の画像形成装置を示す概略構成図（斜視図）。

30 【図 2 4】本発明の画像形成装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 2 5】本発明の画像形成装置を示す概略構成図（斜視図）。

【図 2 6】本発明の画像形成装置（光プリンター）を示す概略構成図。

【図 2 7】本発明の画像形成装置（光プリンター）を示す概略構成図。

【図 2 8】本発明の、支持部材を設ける画像形成装置の概略構成図（組み図）。

40 【図 2 9】図 2 8 の断面図。

【図 3 0】従来の電子放出素子を示す概略構成図（平面図）。

【図 3 1】従来の電子放出素子を示す概略構成図（平面図）。

【図 3 2】従来の画像形成装置を示す概略構成図（斜視図）。

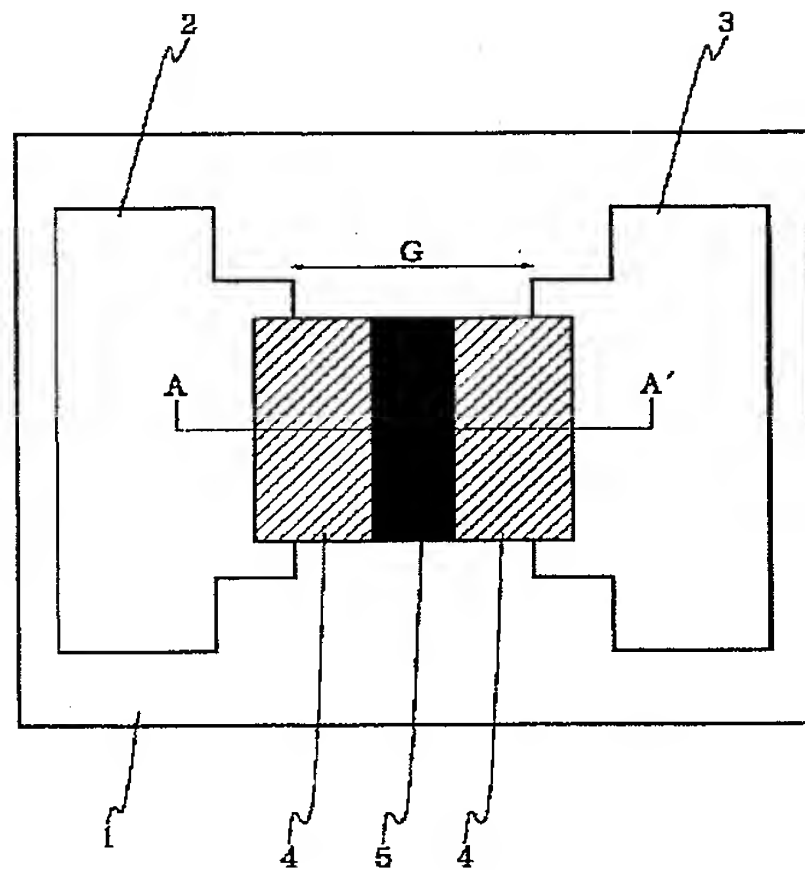
【符号の説明】

1, 2 1, 4 1, 8 1, 9 1 基体（絶縁性基体）
2, 3, 1 2, 1 3, 2 2, 2 3, 4 2, 4 3, 8 2,
8 3, 9 2, 9 3 素子電極

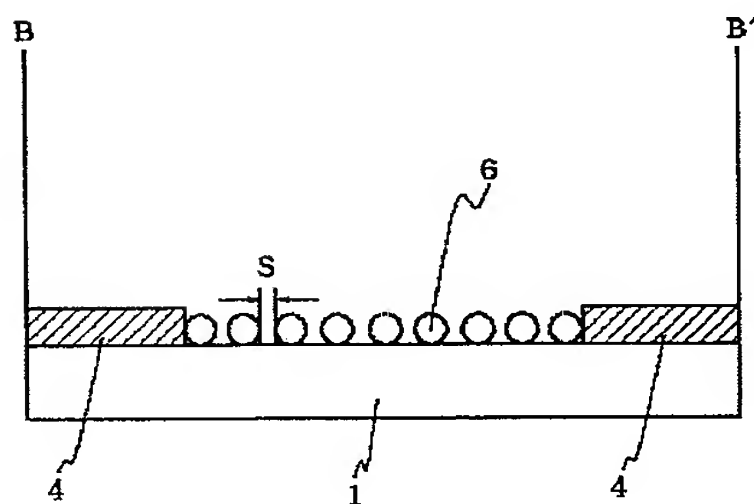
29

4, 14, 24, 24-a, 24-b, 44, 85 導
電膜
5, 15, 25, 25-a, 25-b, 45, 84, 9
4 電子放出領域
6, 16, 86 微粒子
30, 32 電流計
31, 33 電源
34 アノード電極
46, 59 変調手段
47, 98 電子通過孔
50 信号配線電極
51 走査配線電極
52 リアプレート
53 素子配線
54 グリッド電極配線
55 蛍光体
56 透明電極

【図 1】



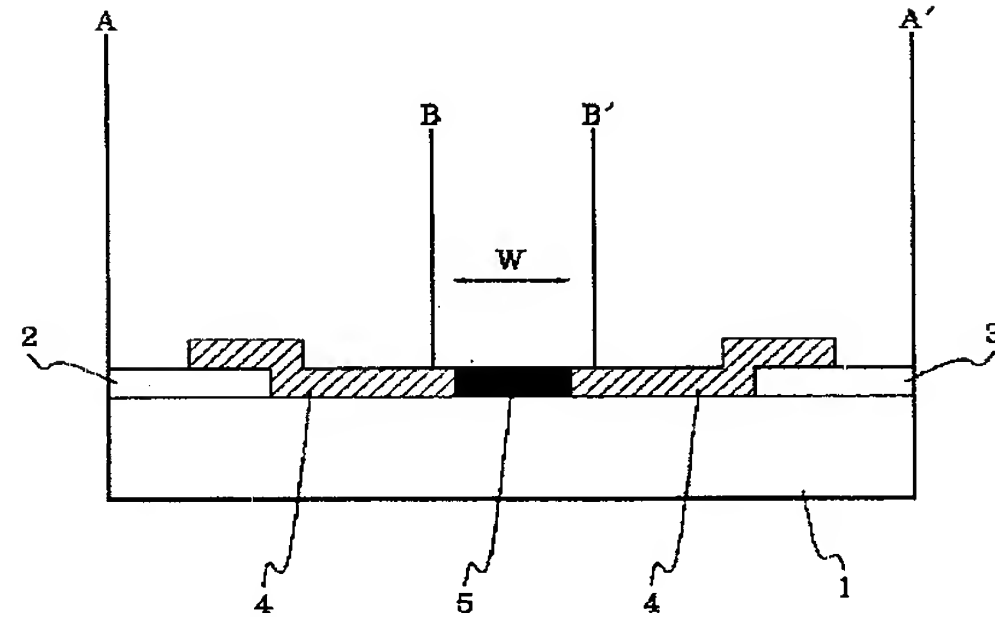
【図 3】



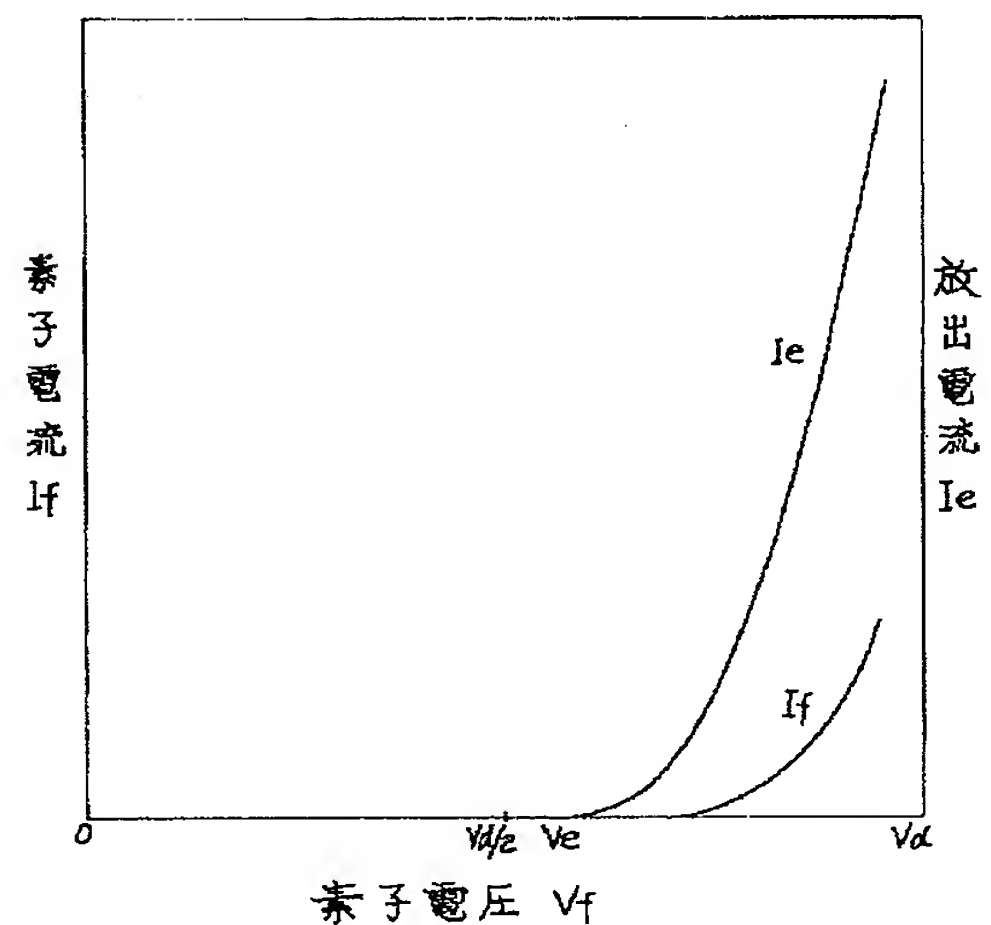
30

57 カラス板
58 フェースプレート
59 EV端子
60, 61 端子
62, 71 発光源
63 搬送ローラー
64, 72 被記録体
65 ドラム
73 帯電器
10 74 クリーナー
75 除電器
76 画像転写材
77 現像機
97 画像形成部材
100 支持部材
101 支持枠
102 輝点

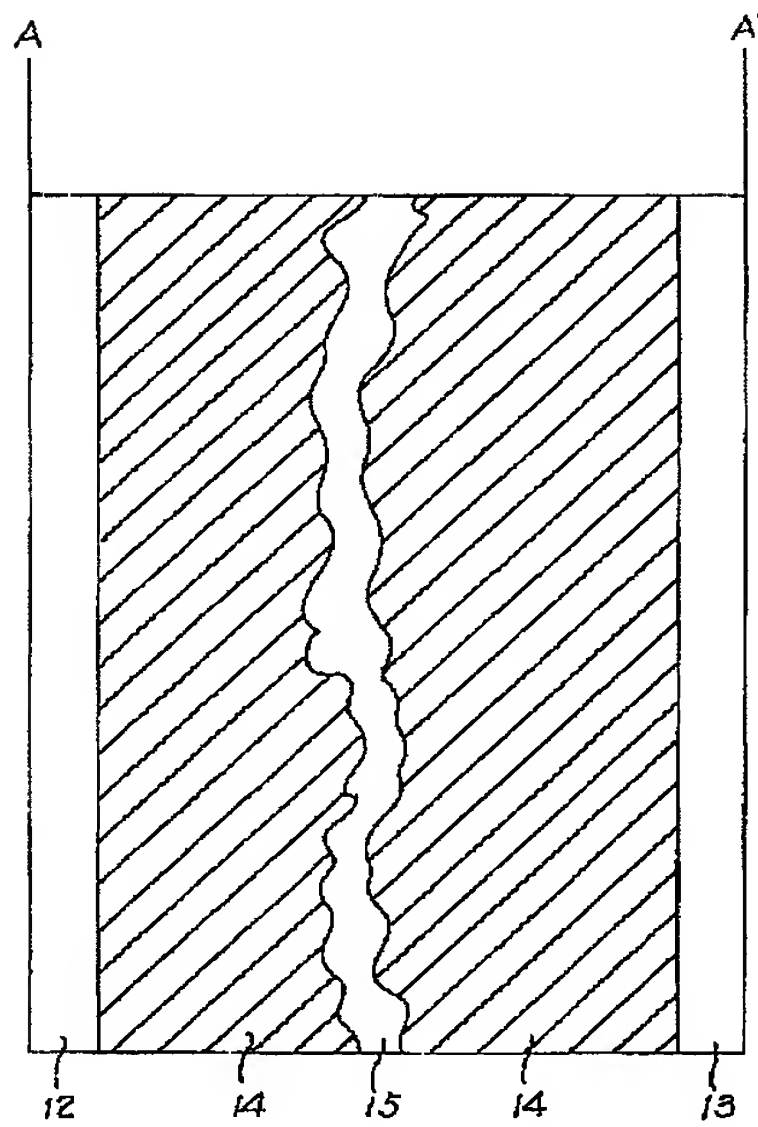
【図 2】



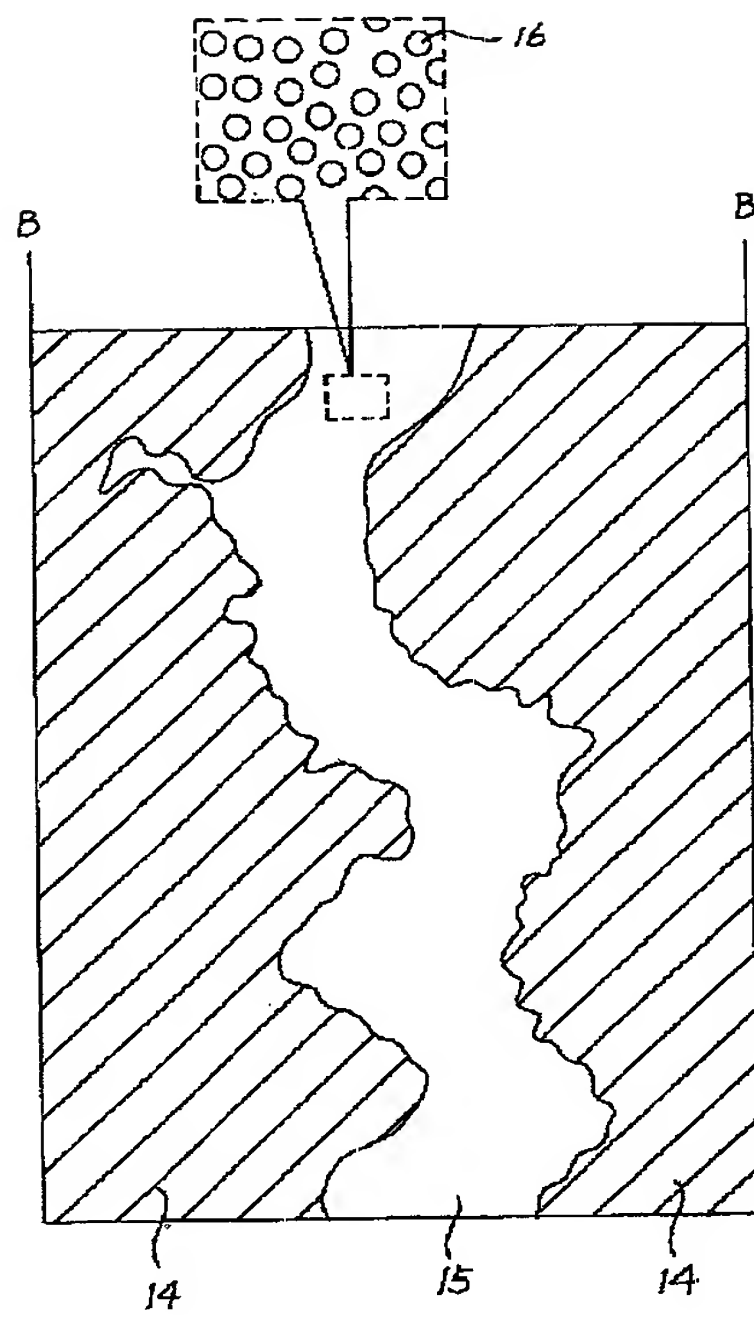
【図 7】



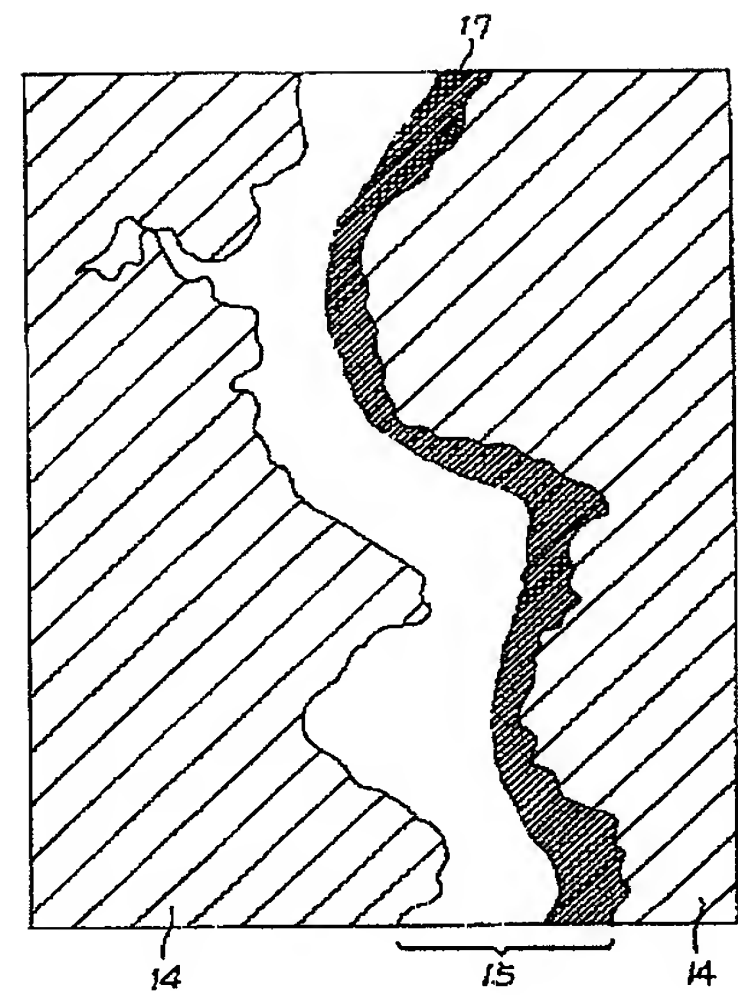
【図 4】



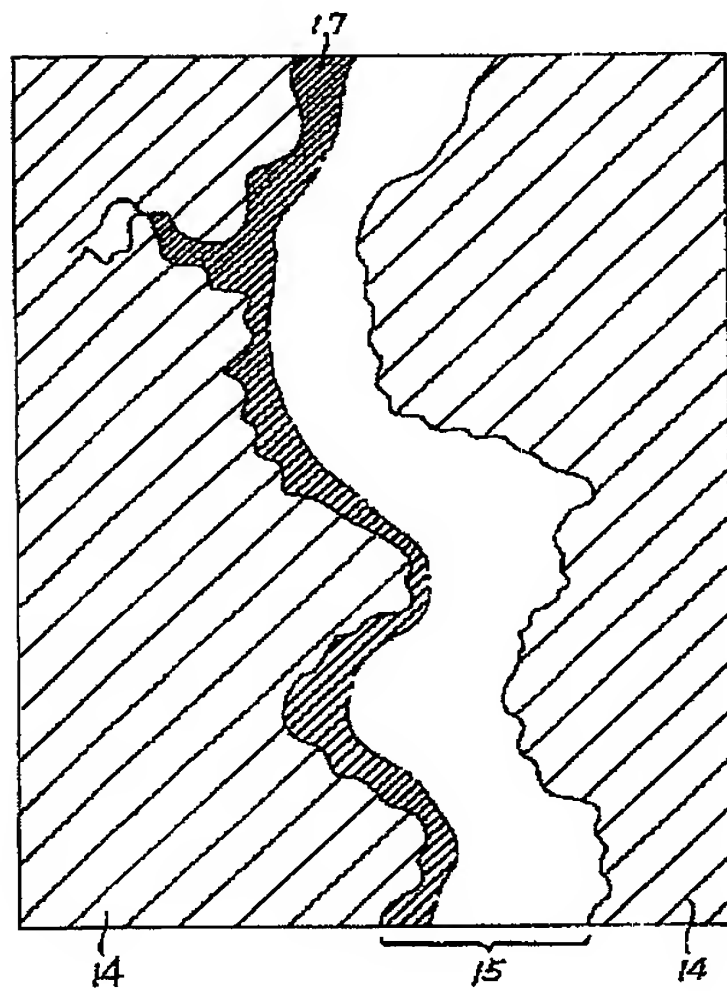
【図 5】



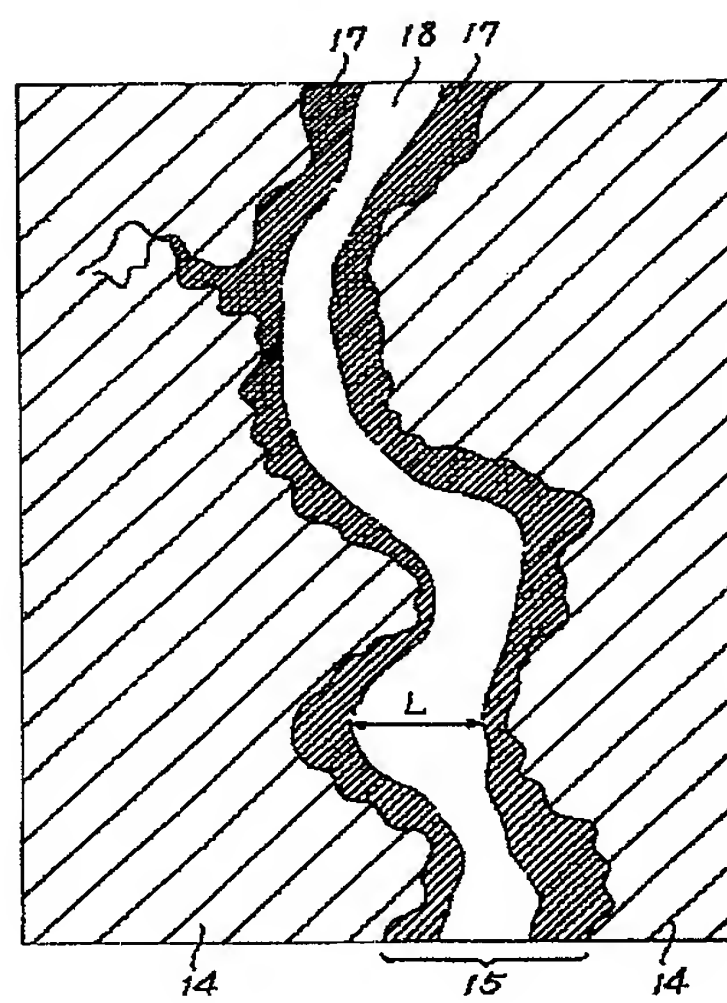
【図 8】



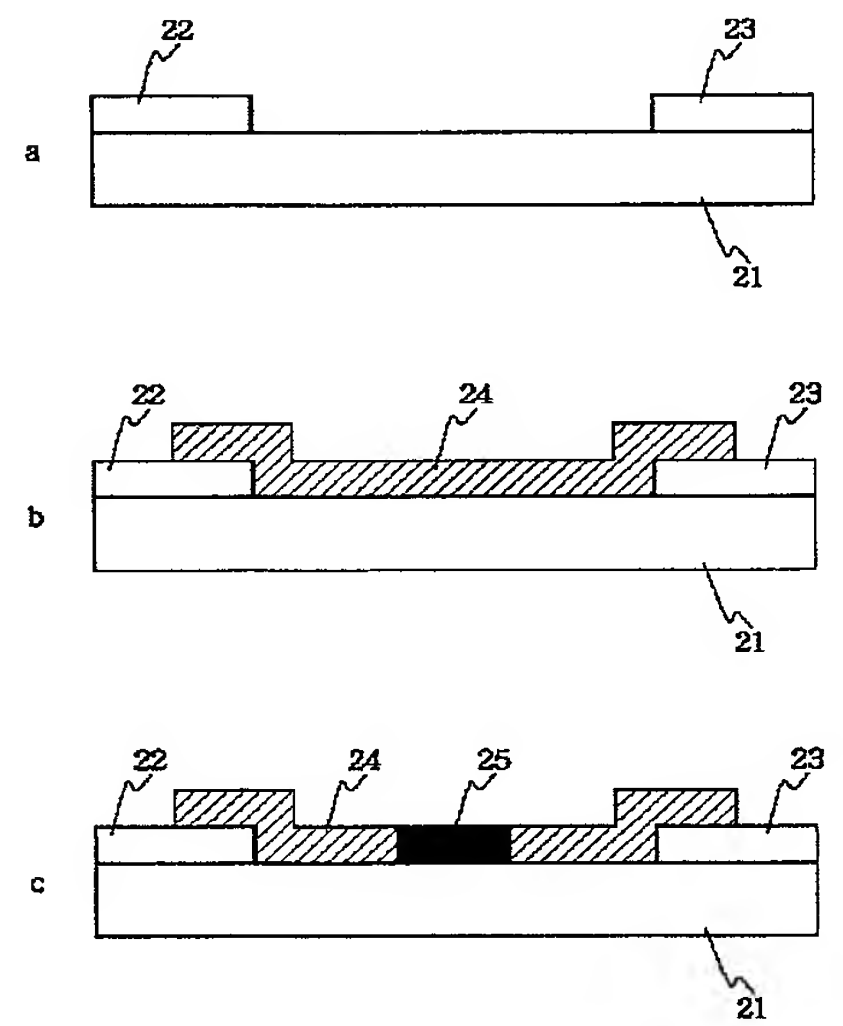
【図 9】



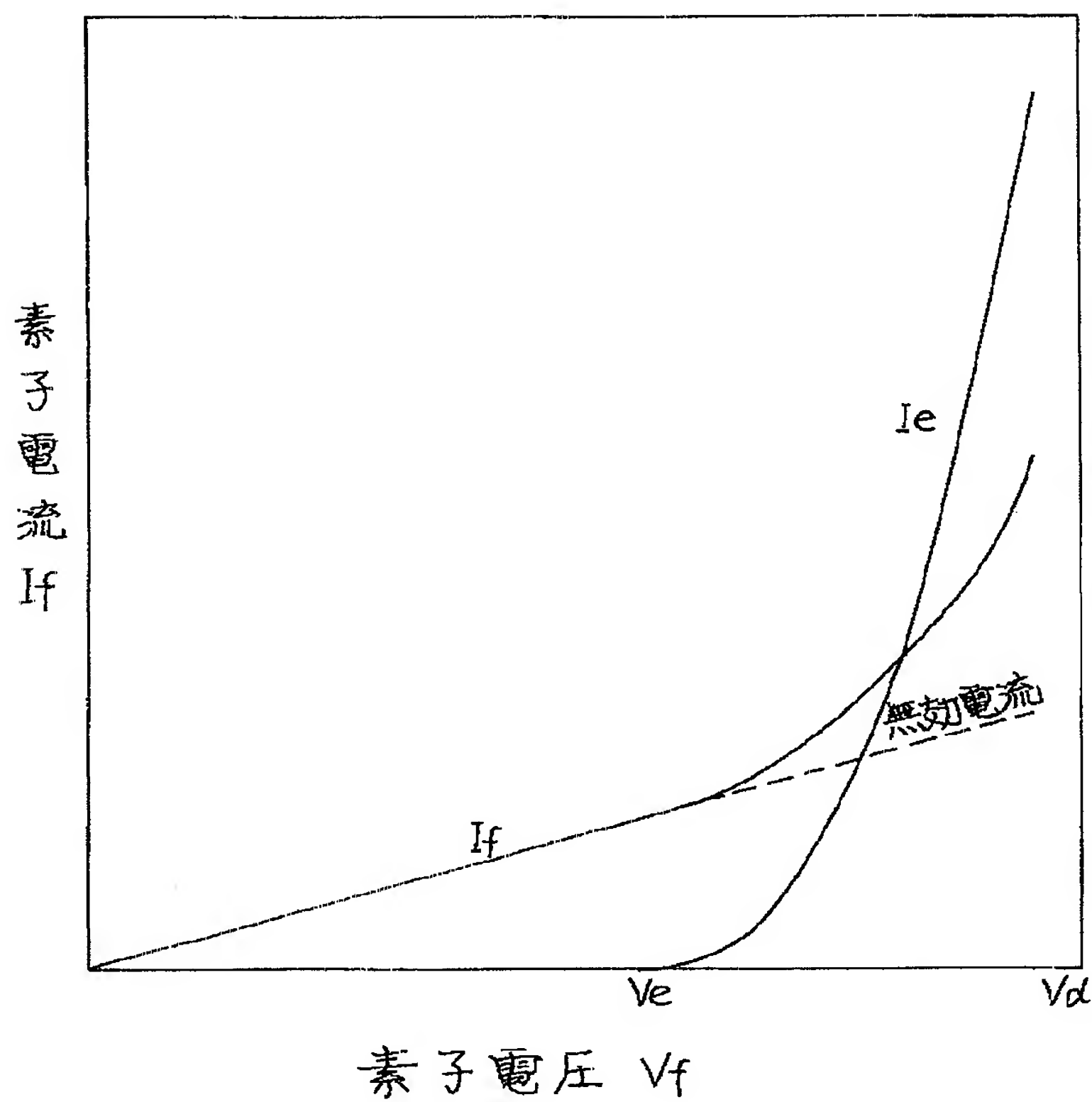
【図 10】



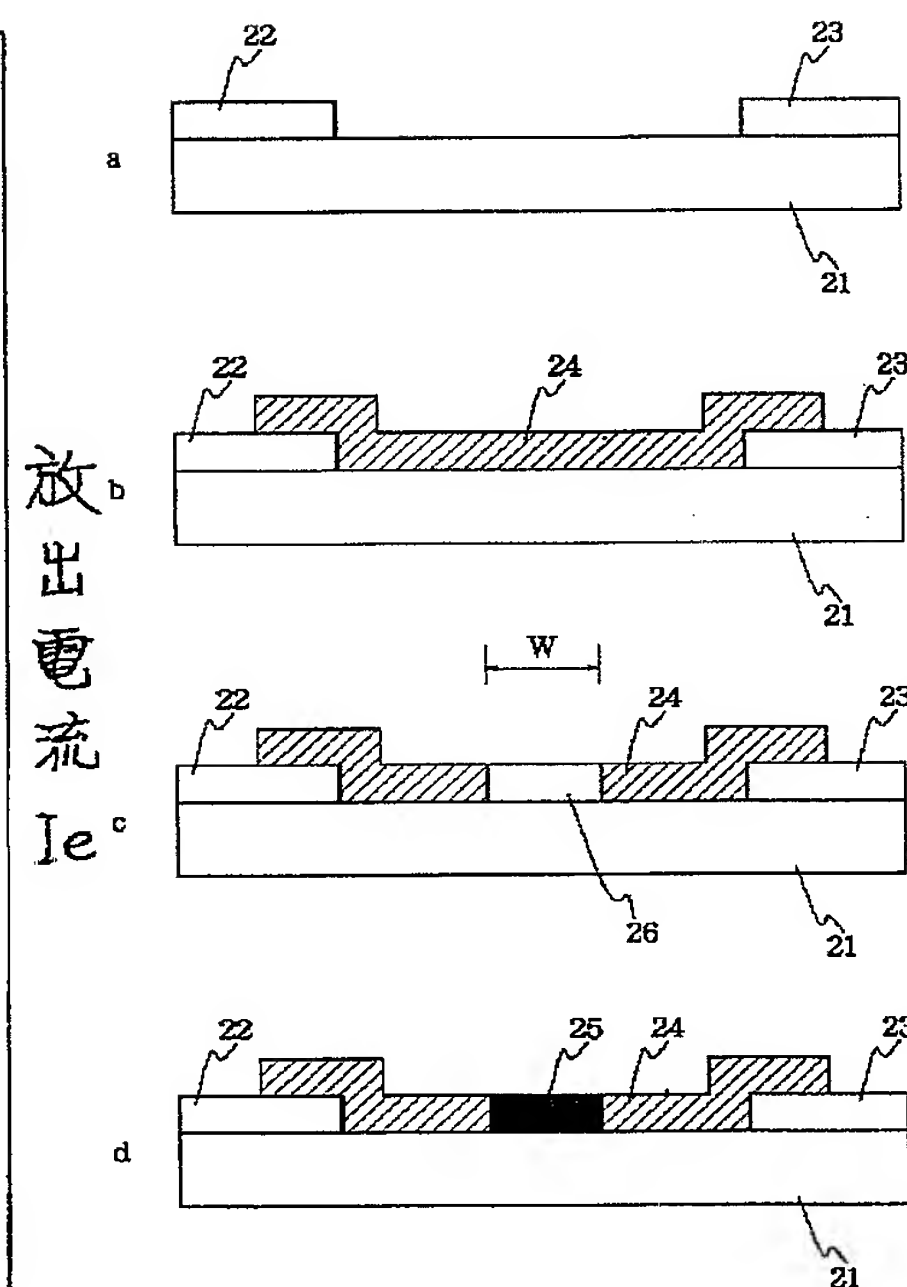
【図 11】



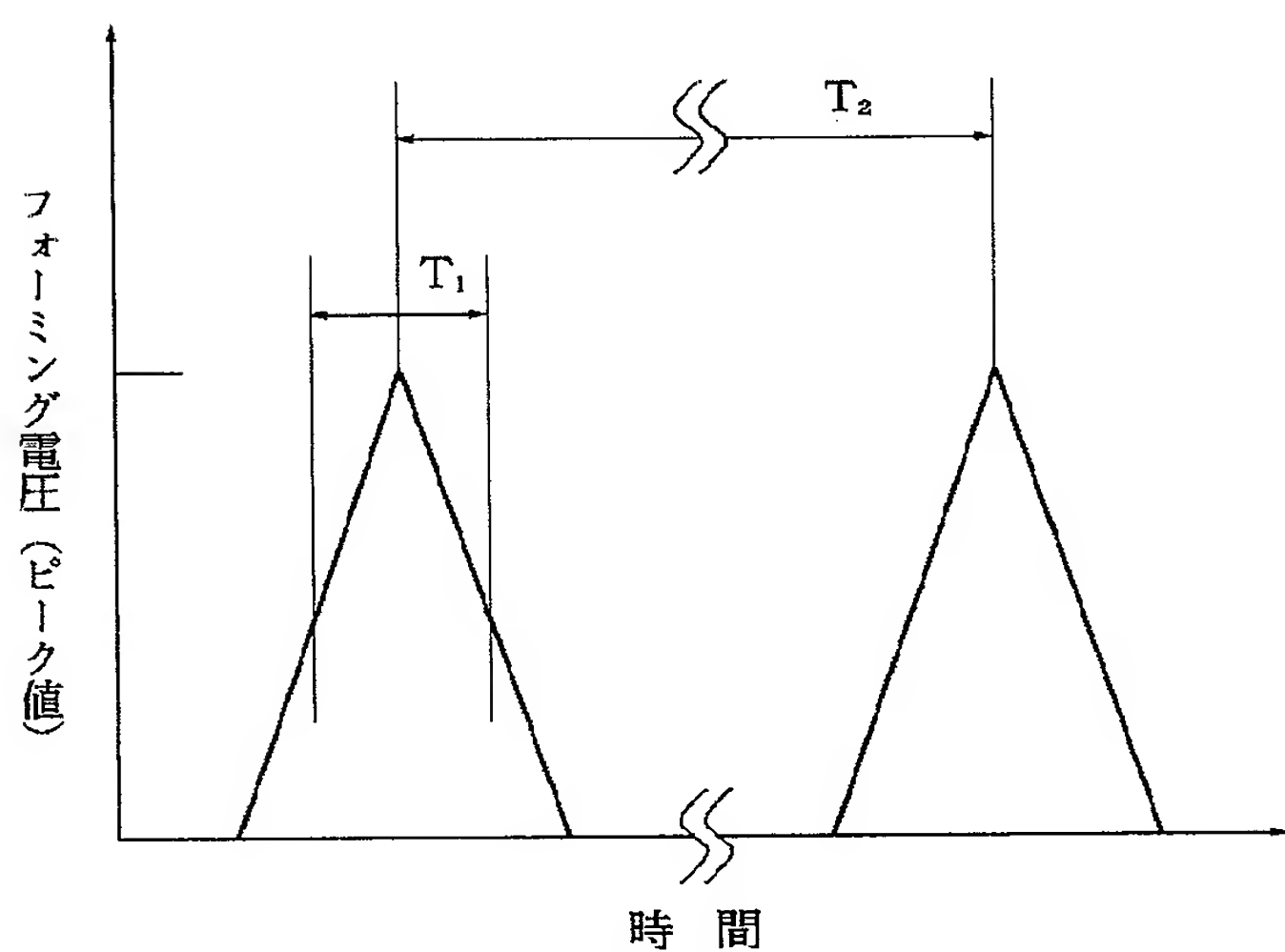
【図6】



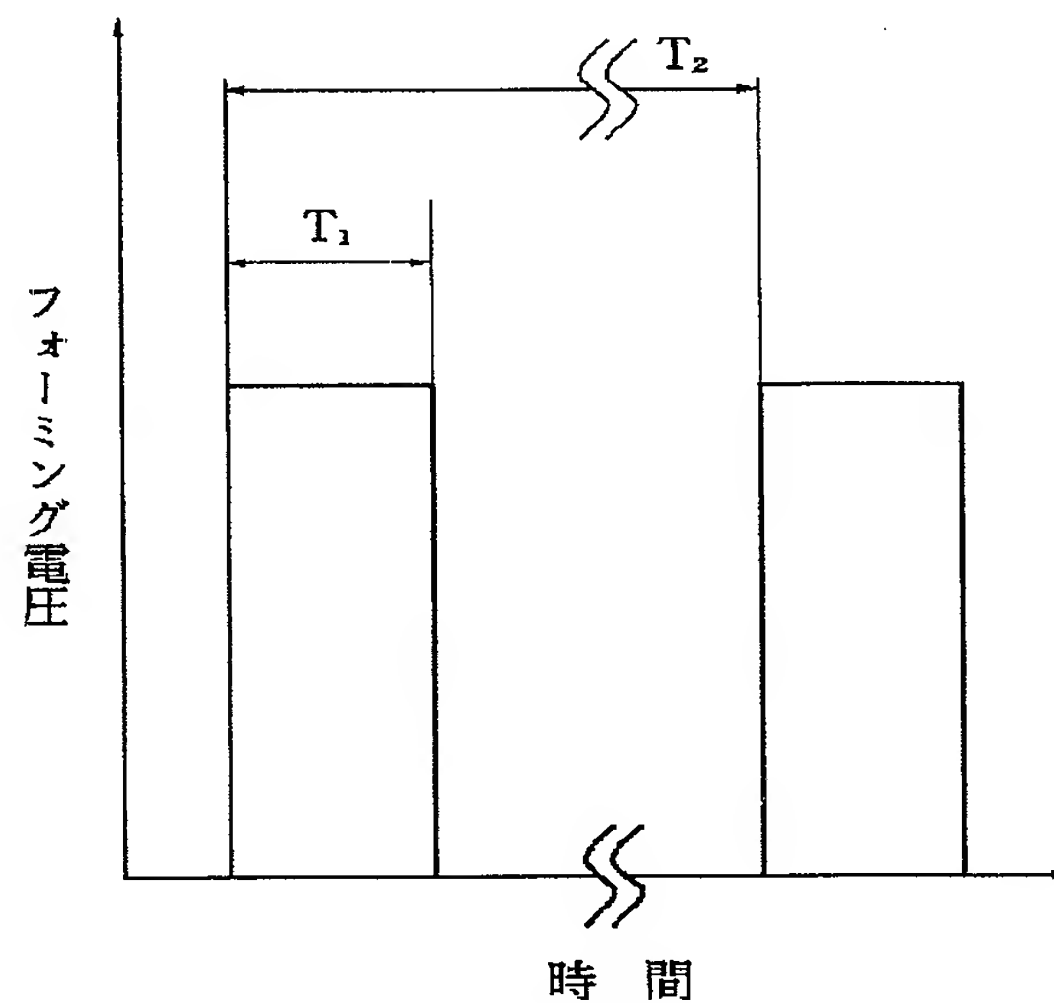
【図15】



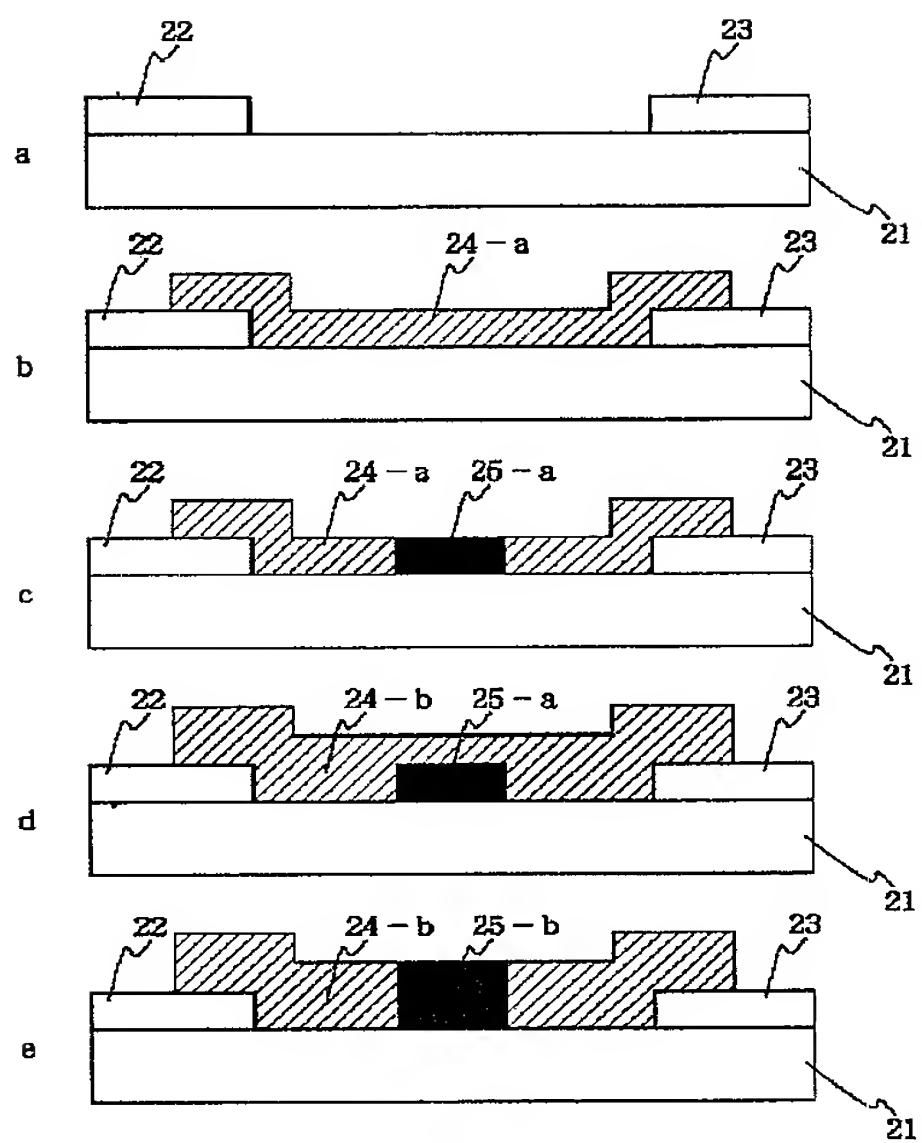
【図12】



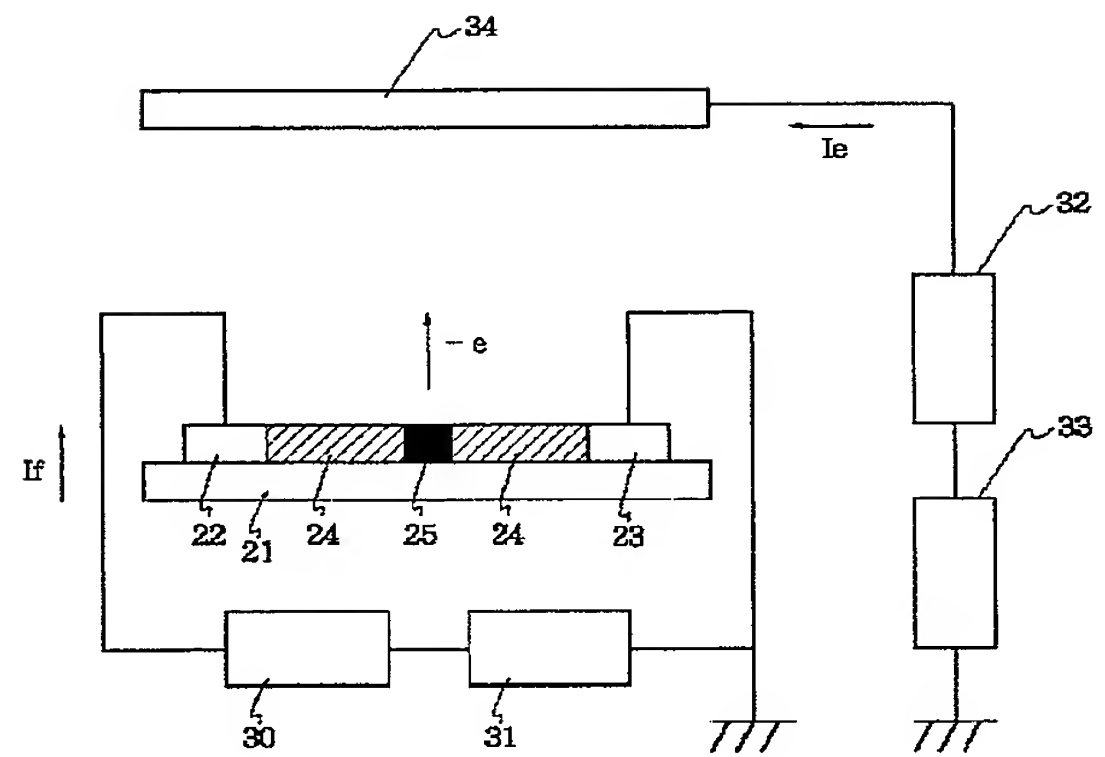
【図13】



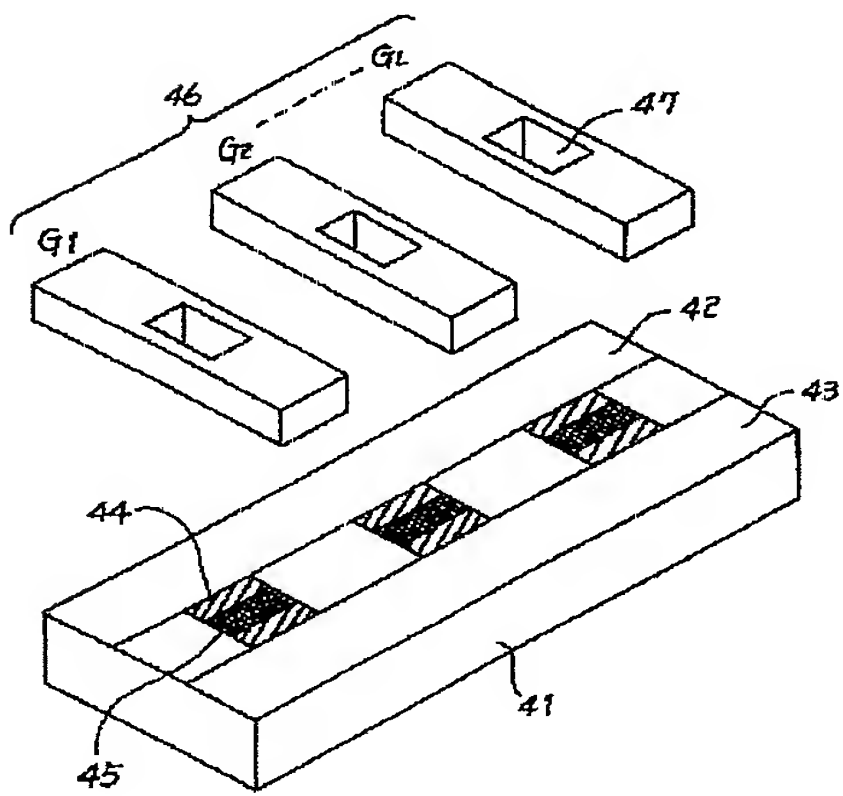
【図14】



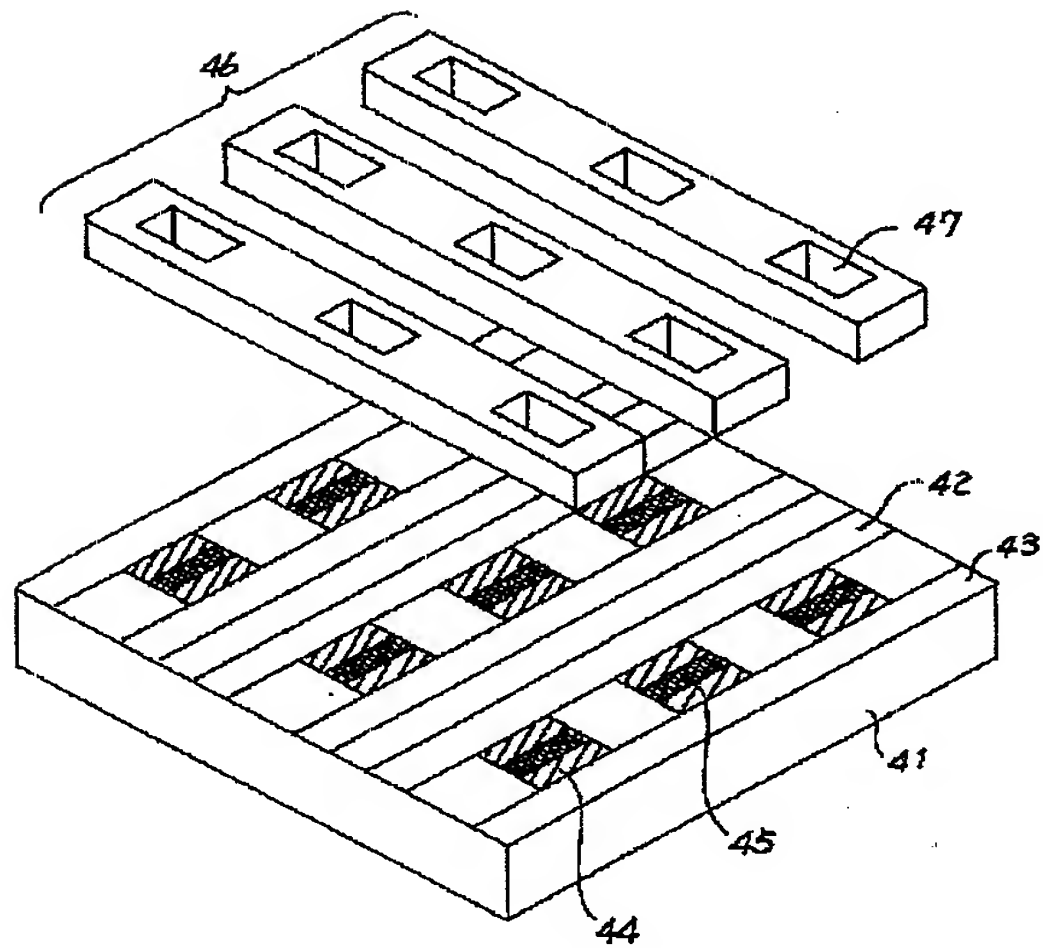
【図16】



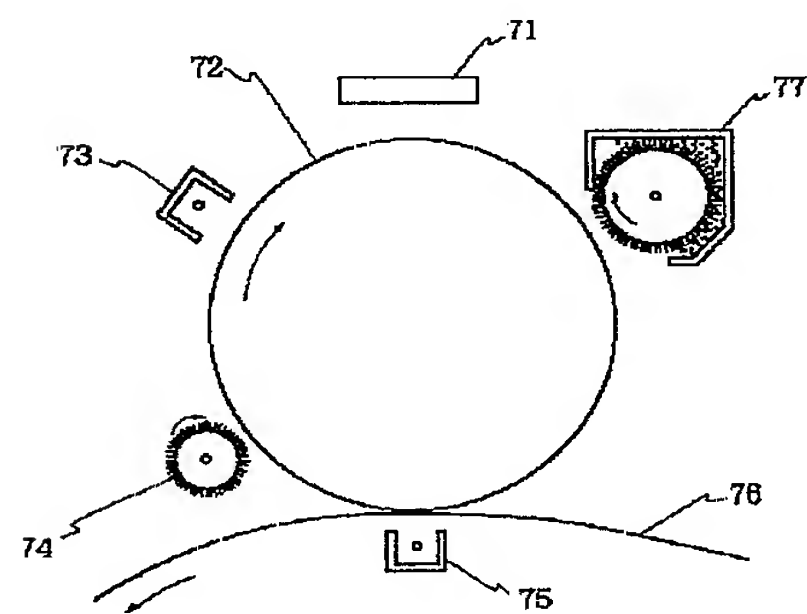
【図17】



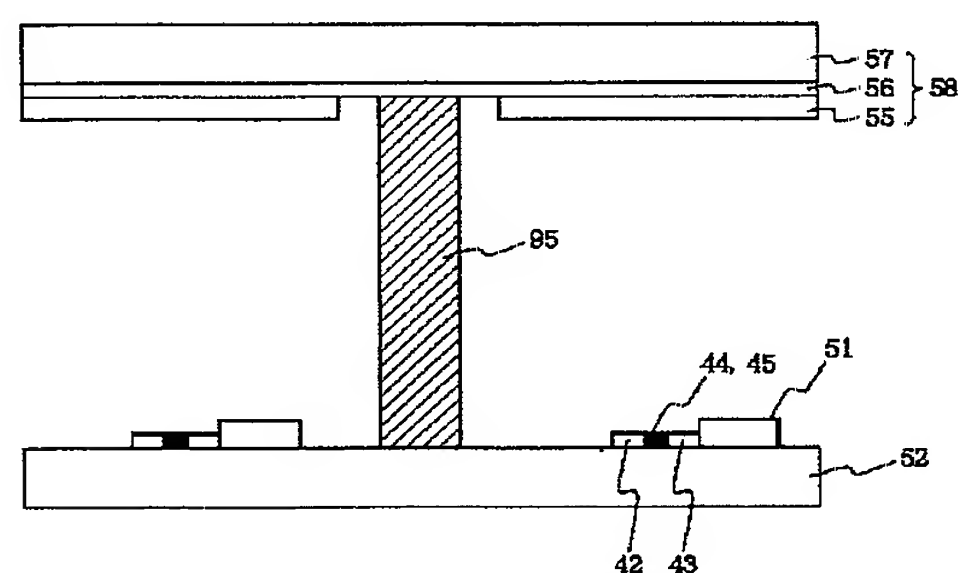
【図18】



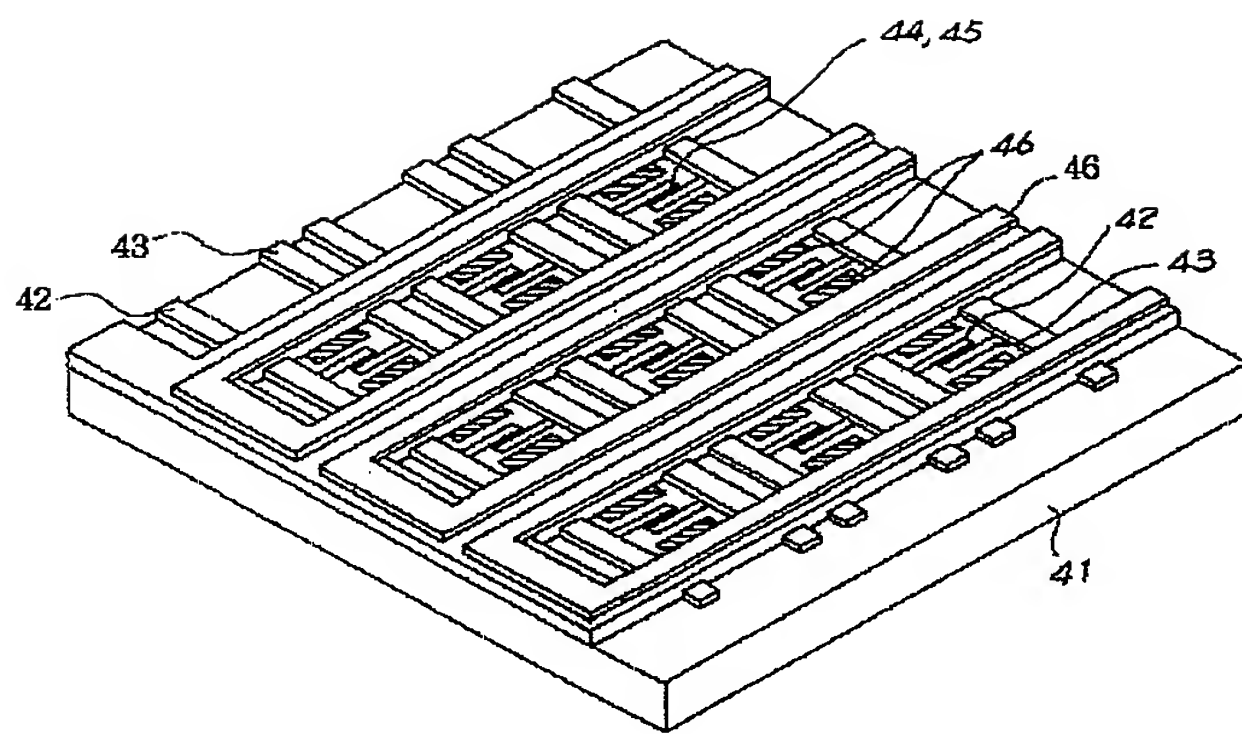
【図27】



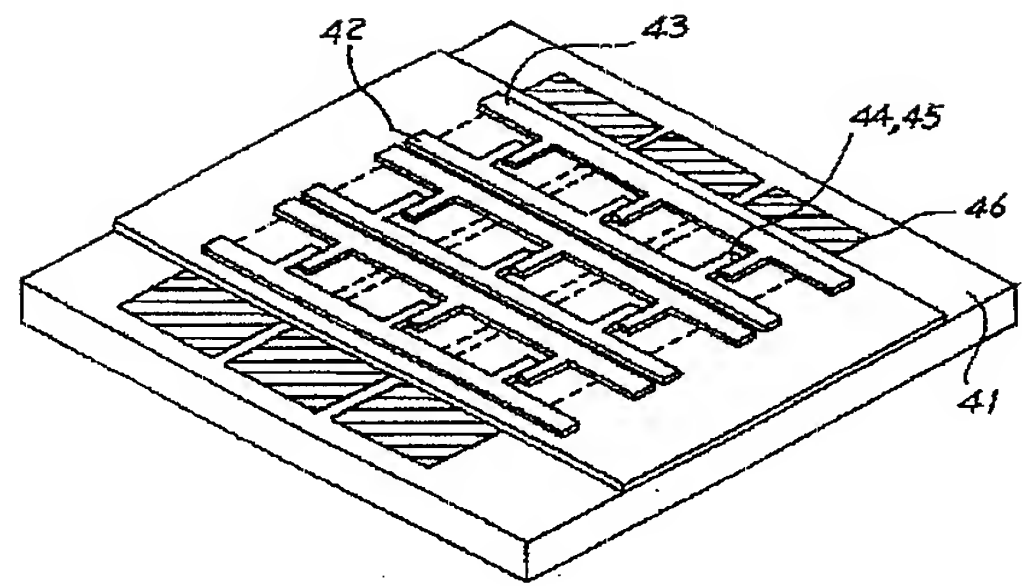
【図29】



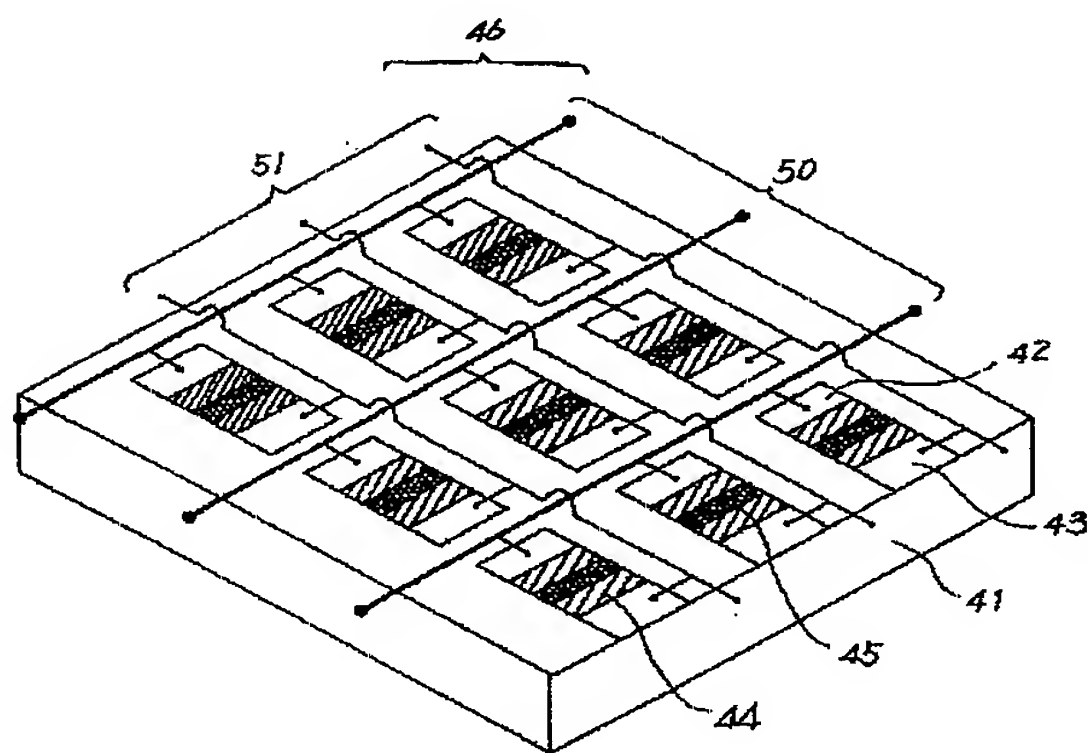
【図19】



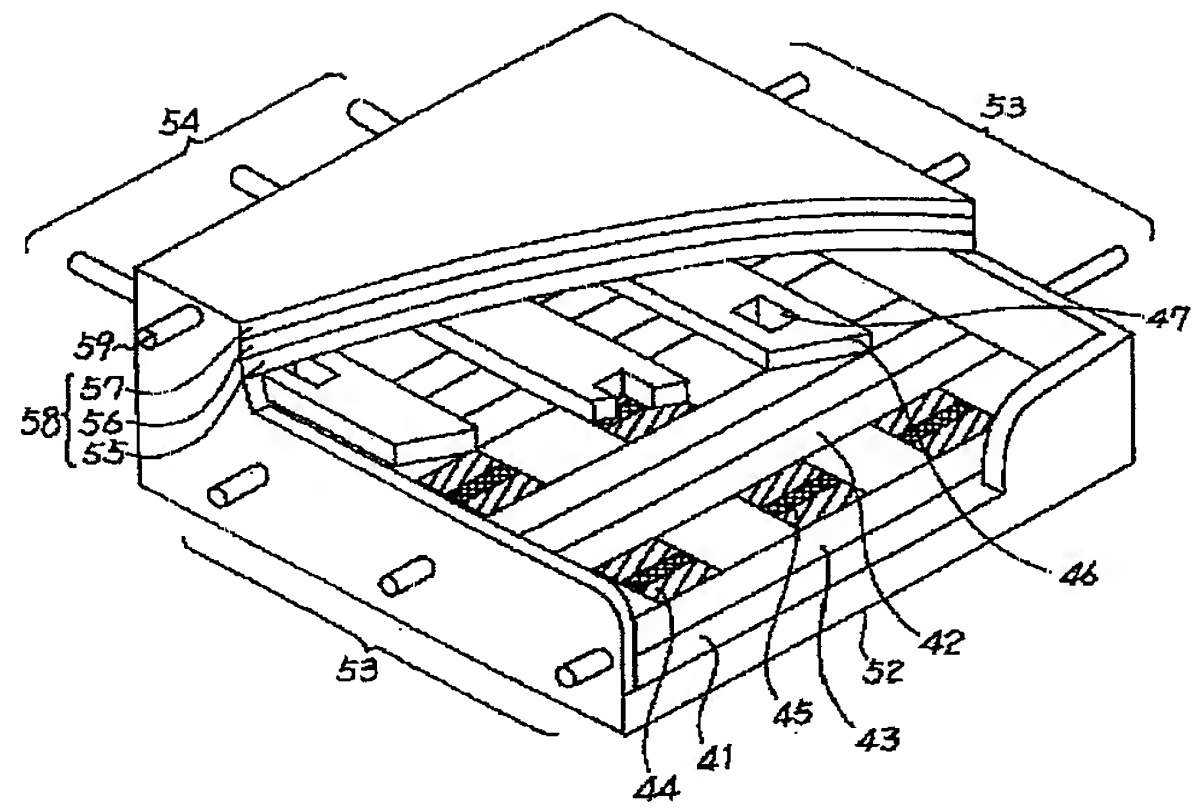
【図20】



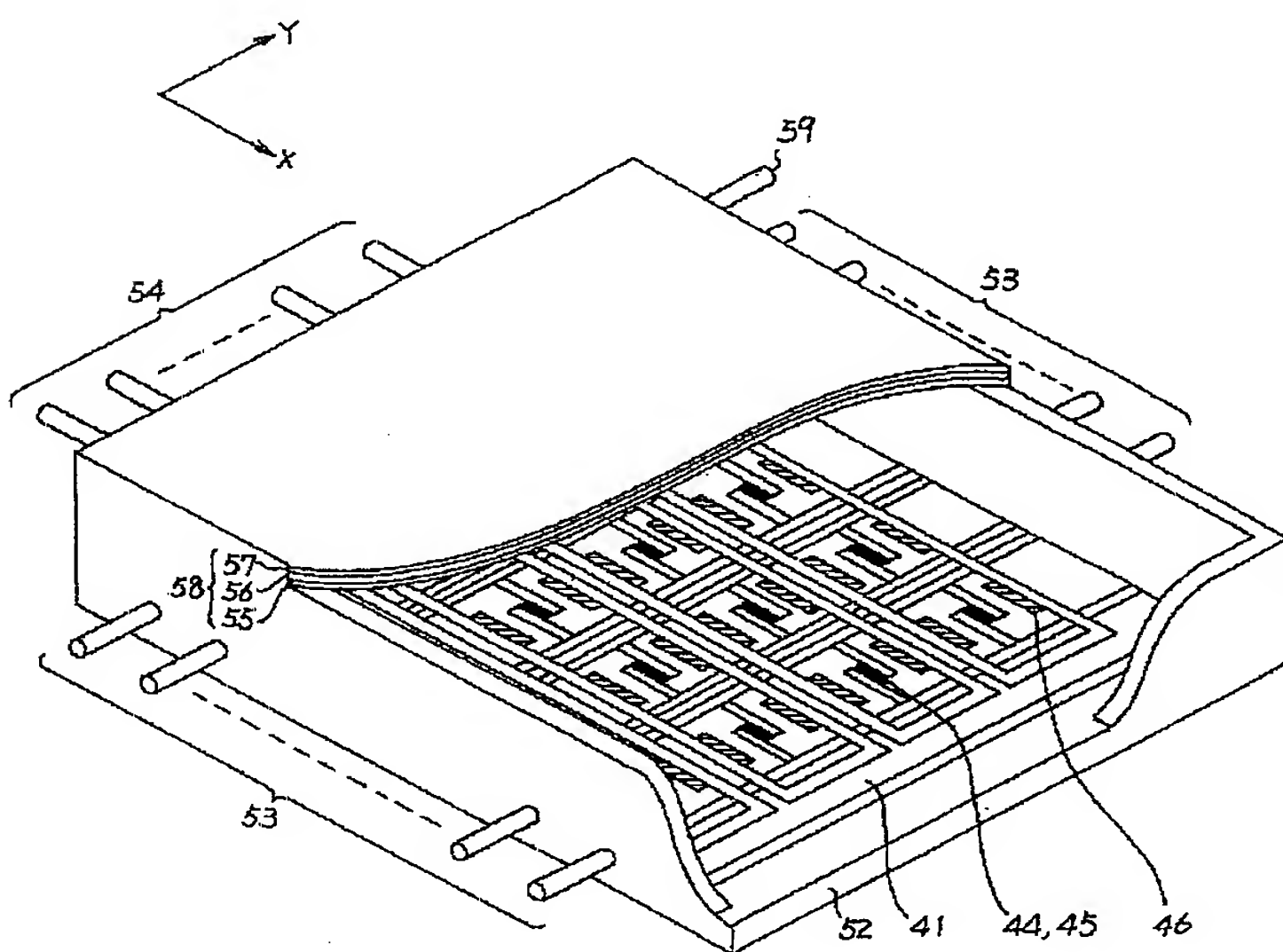
【図21】



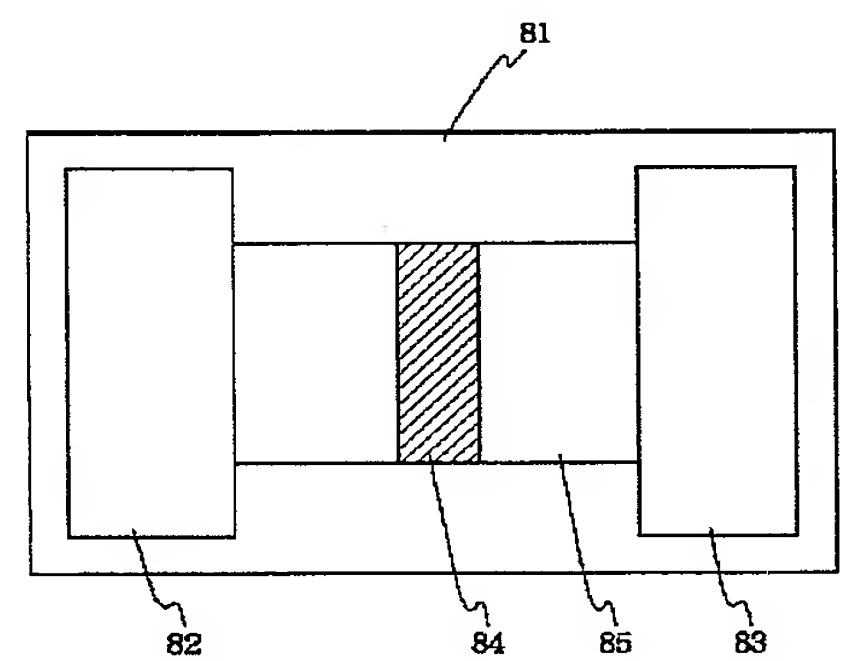
【図22】



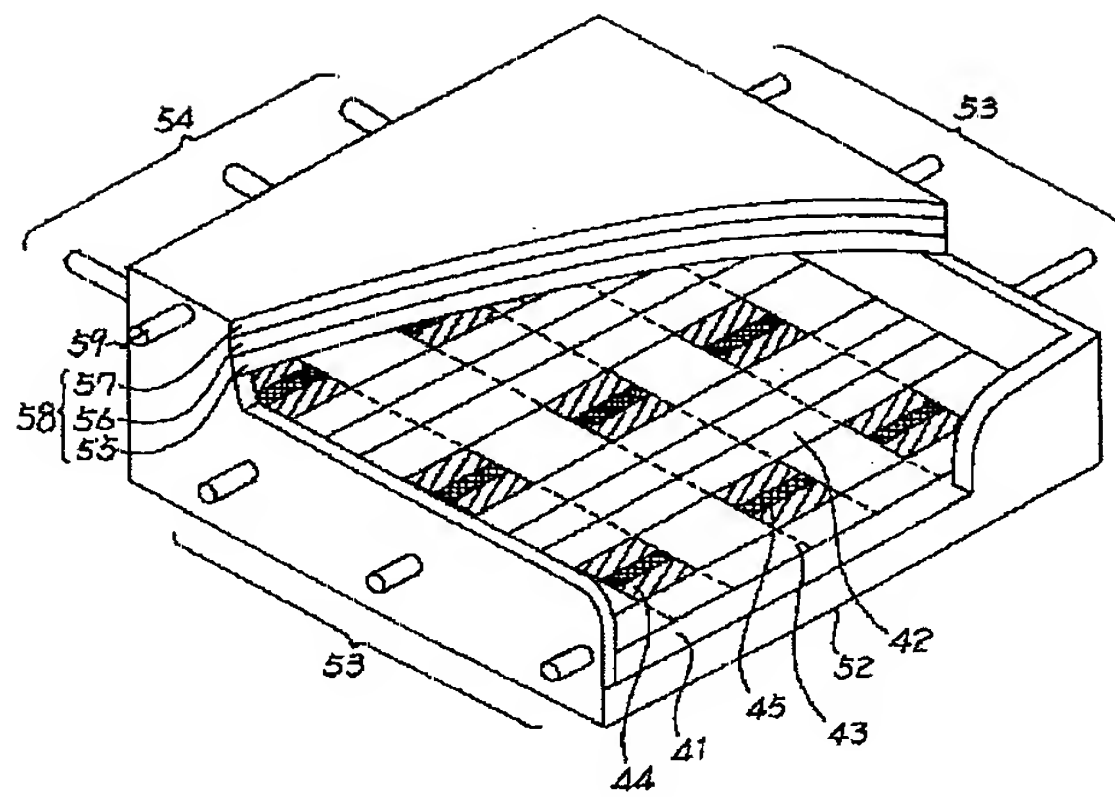
【図23】



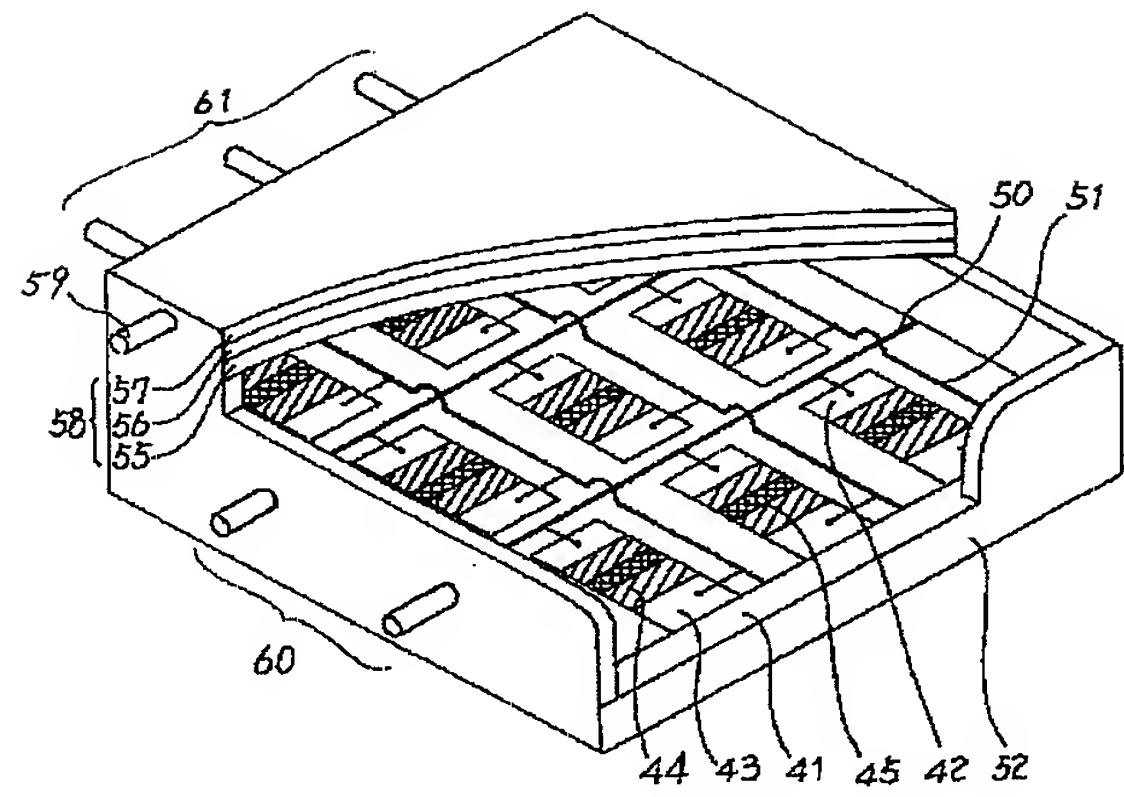
【図30】



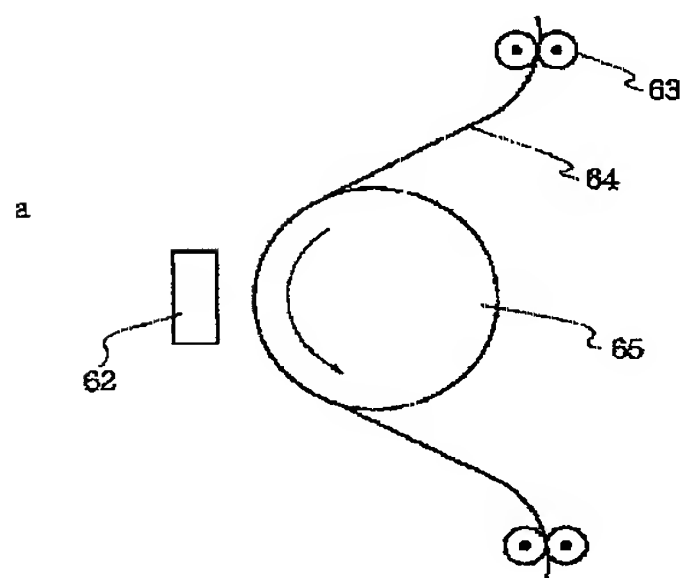
【図24】



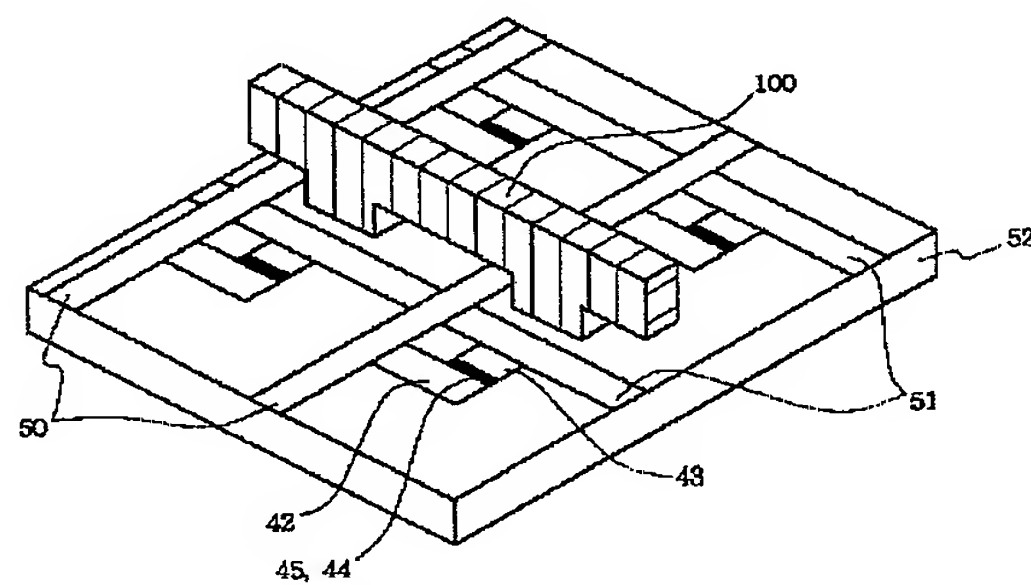
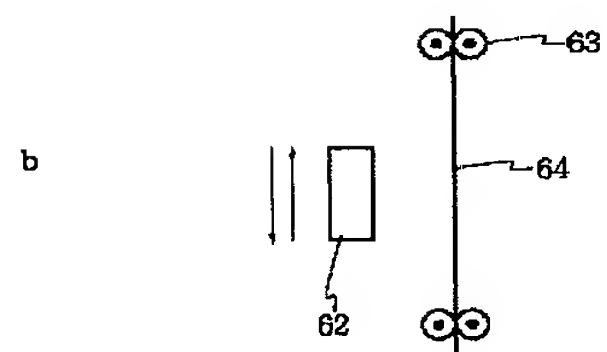
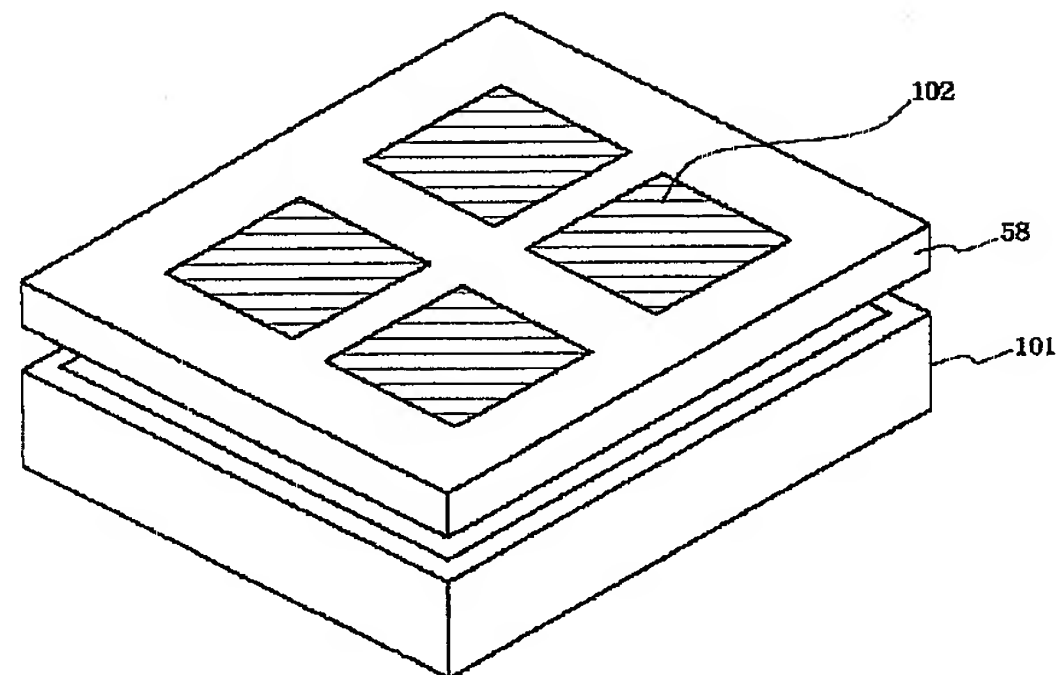
【図25】



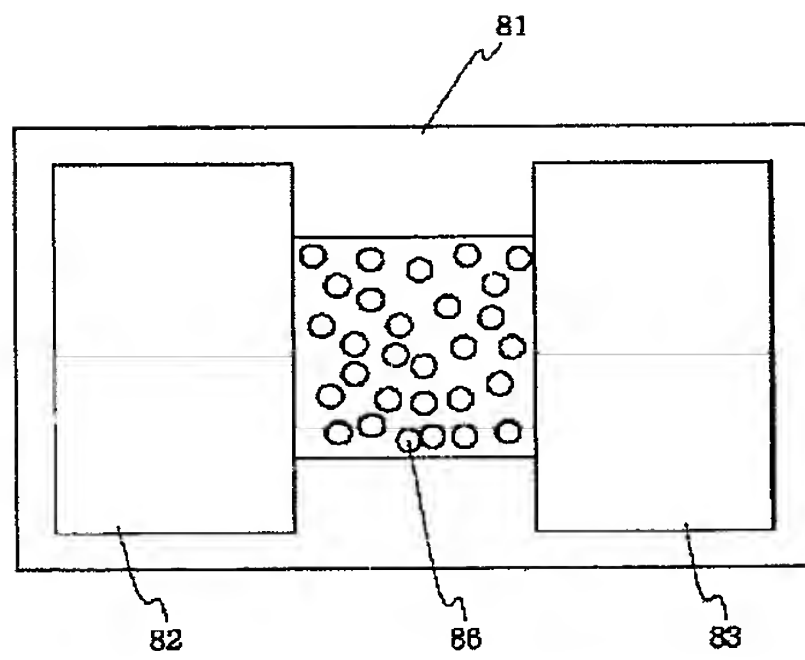
【図26】



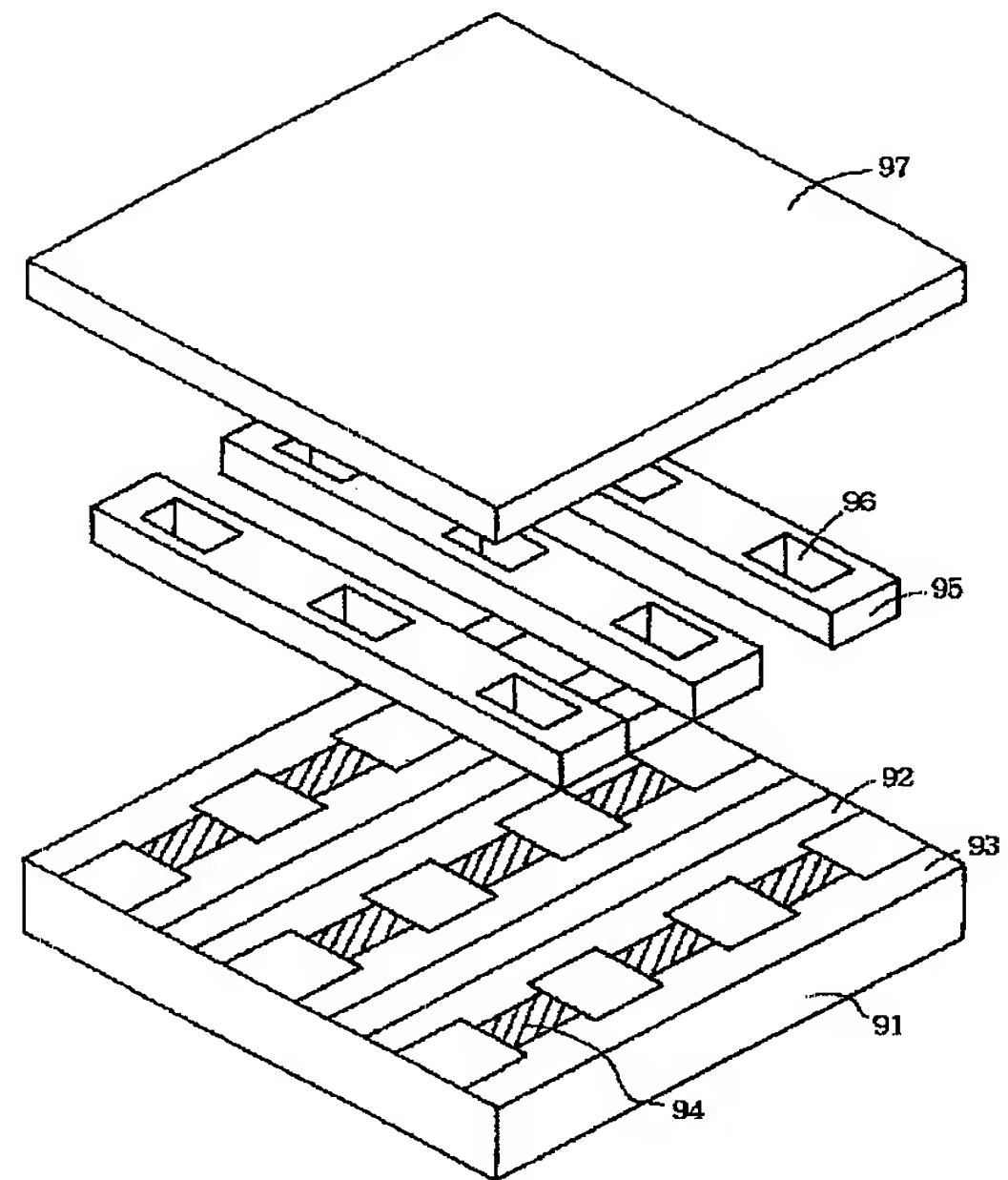
【図28】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

(72)発明者 野間 敬
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内

(72)発明者 鱸 英俊
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内

(72)発明者 中村 尚人
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内